



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO Y GRAVEDAD  
EN LA COMUNIDAD DE LA HERMITA DE SARAGUASCA, MUNICIPIO DE  
JINOTEGA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Jorge Ernesto Jarquín Chavarría.

**Tutor**

Ing. José Ángel Baltodano Maldonado.

**Asesor**

Lic. Victorino Centeno.

Managua, Octubre 2017.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**



Managua, 08-06-2017

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba  
Decano FTC  
Su Oficina

Estimado Dr. Ing. Oscar Gutiérrez

A través de la presente le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: **“DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO Y GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD DE LA HERMITA DE SARAGUASCA, MUNICIPIO DE JINOTEGA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**, elaborado por el bachiller: Jorge Ernesto Jarquín Chavarría, como trabajo final para obtener el título de Ingeniero Civil.

Ha cumplido con las correcciones y observaciones de su trabajo monográfico, por lo que expreso la conformidad del trabajo realizado por el bachiller Jorge Ernesto Jarquín Chavarría. Considero que el trabajo cumple con los objetivos propuesto y se puede presentar antes el jurado que usted designe para su defensa.

No omito manifestar que el trabajo fue desarrollado de forma independiente por los sustentantes.

Sin a que referirme, me despido de usted deseándole éxito en sus funciones a diario.

Atentamente,

---

***M.Sc. Ing. José Angel Baltodano M  
Profesor Titular FTC  
Tutor***



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.049  
Managua, Mayo 12 del 2016

Bachilleres  
**JORGE ERNESTO JARQUÍN CHAVARRÍA**  
Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO Y GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD DE LA HERMITA DE SARAGUASCA, MUNICIPIO DE JINOTEGA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA"**, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. José Ángel Baltodano**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **14 de Noviembre del 2016**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,



**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
IJGG\*Dara



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.049  
Managua, Mayo 12 del 2016

Bachilleres

**JORGE ERNESTO JARQUÍN CHAVARRÍA**

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO Y GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD DE LA HERMITA DE SARAGUASCA, MUNICIPIO DE JINOTEGA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA"**, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. José Ángel Baltodano**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **14 de Noviembre del 2016**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,



**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
IJGG\*Dara



## **DEDICATORIA**

Agradezco Primeramente a Dios y sobre todas las cosas por Brindarme la perseverancia y dedicación que me ha permitido alcanzar esta nueva fase de mi vida, como la que es mi formación profesional y que me ha inspirado personalmente a continuar luchando cada día por mis metas propuestas en la vida.

A todos aquellos les dedico este trabajo los que siempre me apoyaron y creyeron en mí:

Especialmente a mi Madre Mirtha Chavarría y Abuela Julia Chavarría, por haberme apoyado e inculcado desde mi niñez todos los valores que me permitieron alcanzar este meta.

A toda mi familia, en especial a mí Tía Zulema Chavarría y su Esposo Humberto Aguilar, que han estado al pendiente de mí durante este trabajo y me han apoyado en el alcance de mis metas.

A todas aquellas amistades, que han formado parte de mi crecimiento profesional y que me ha acompañado en las diferentes etapas de mi vida y también aquellas personas de una u otra forma colaboraron en la culminación de esta meta.

**“Pon todo lo que hagas en manos de Jehová, y tus planes tendrán éxito”**

**Proverbios 16:1-3**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por darme sabiduría, perseverancia y la capacidad de realizar y terminar este trabajo monográfico para concluir una fase muy importante en mi vida la que es a ver podido concluir mis estudios mediante este trabajo.

Expresar mi más sincera gratitud aquellas personas que contribuyeron y apoyaron en la ejecución y finalización de esta tesis.

Agradezco al tutor, el **M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano**, por todo su valioso tiempo, paciencia y consejos brindados para el diseño y elaboración de esta tesis.

De igual manera agradezco al **Ing. Harold Dalla Torre**, por haberme brindado su tiempo y su ayuda en lo que fue el diseño y desarrollo de las Etapas que conforman este trabajo monográfico.

Agradezco al **Lic. Victorino Centeno**, por Haberme brindarme la gran a oportunidad de formar parte de la Organización de AVODED en apoyándome en sus sugerencias y concejos en todo el proceso de esta tesis.

Mi agradecimiento a todos aquellos, que no mencione, pero de uno u otra manera formaron parte en el desarrollo de estas tesis.

## RESUMEN EJECUTIVO

Los temas tratados en el presente documento se refieren al diseño específico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la comunidad de la Hermita de Saraguasca. En los que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la comunidad, apoyado por **ALCALDÍA DE JINOTEGA, AVODED Y ENACAL**.

Donde se trata de brindar una descripción más detallada del sistema en la comunidad. Donde se realizó un censo poblacional de 100% de las 31 viviendas habitadas en la comunidad, la cual asciende a un total de 161 habitantes, paralelo al censo se realizaron 31 encuestas socioeconómicas por medio de las cuales se conoce aspectos sociales y económicos de las familias a beneficiar.

La comunidad en estudio presenta un clima semi-seco, abasteciéndose actualmente de agua de lluvia y de un solo pozo excavado a mano en toda la zona con altos riesgos de contaminación, por lo actualmente demanda dicha población un sistema de aprovisionamiento de agua para suplir sus necesidades y así que les garantice la salud de sus habitantes, el cual tendrá un periodo de diseño de 20 años. Donde la fuente de abastecimiento será un pozo ya perforado donde el agua será bombeada a sí al tanque de Almacenamiento y este luego será distribuido al sistema por gravedad así mejorando la accesibilidad del agua a cada una de las viviendas de la comunidad.

Mediante con los resultados del estudio socioeconómico realizado en la comunidad, presenta las condiciones favorables para la implementación de un sistema por bombeo eléctrico y gravedad (**MABE Y MAG**); siendo el diseño el contenido principal del documento.

Los parámetros de diseño se definieron de acuerdo a la información básica obtenida de las siguientes actividades previas realizadas en la comunidad:

1. Encuesta Socioeconómica.



2. Levantamiento Topográfico **(Plan métrico y Altimétrico)**.
3. Recopilación de Información del área de estudio.

Las viviendas de la comunidad se encuentran dispersas donde se adoptó por asignar una red de tipo abierta la cual se adapta muy bien a la necesidad , donde se trabajó con 9 tramos y 9 nodos a lo y ancho de la comunidad.

El diseño hidráulico de la red se realizó en el software de análisis y modelación hidráulica EPANET.

La línea de conducción por bombeo eléctrico tiene una longitud de 2,158.43 m que estará conformada de tubería HG 1 1/2" y PVC con cedula SDR-17, SDR-26-con diámetro de 1 1/2".

El tanque de almacenamiento tendrá una capacidad de 7.7 m<sup>3</sup> que será construido sobre el suelo el cual este será de mampostería reforzada de concreto ciclópeo donde contara una área de 400 m<sup>2</sup> donde estar ubicado y las dimensiones internas son de 2.20 m de ancho por 2.20 m de largo. Se construirá en el predio del Sr. Ernesto Montenegro, ubicada en la parte noreste, con una elevación de 1174.45 m, el área que estará cercada con alambre de púas para su protección. Estará provisto de elementos de entrada, salida, limpieza y una tapadera de visita metálica para dar acceso interior.

La red de distribución que parte tiene una longitud de 2,158.43 metros, conformado por Tubería PVC SDR-26 de 2" de Diámetro.

El nivel de servicio será por medio de conexiones domiciliaries que serán instaladas hasta el límite de la propiedad, de las cuales se propone instalar un total de 31 tomas.

Mediante la valoración Impacto Ambiental se realizaran actividades destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales en el proyecto donde se realizaron mediante los criterios establecidos por las normas vigentes con el objetivo de identificar, predecir y prevenir los impactos ambientales en proyecto.

El costo total del proyecto es de C\$ 3, 048,961.87 Córdobas, equivalentes a \$ 110,070.83 Dólares Americanos, con una tasa de cambio oficial de 27.70 Córdobas por un Dólar, a la fecha del 12 de marzo del 2016.

Para garantizar sostenibilidad del proyecto una vez ejecutado; así como también fortalecer la participación comunitaria, educación sanitaria y capacitación para garantizar dicho proyecto.

El presente documento fue estructurado en los siguientes capítulos:

## **Capítulo I: Aspectos Generales.**

En este capítulo se presentan los aspectos principales de la investigación así como **Introducción**, **Antecedentes** de la Comunidad y la forma del Abastecimiento Agua actual, **Justificación** del Sistema Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico y gravedad propuesta, **Objetivos** del Estudio.

## **Capítulo II: INFORMACIÓN GENERAL DE ÁREA DE ESTUDIO**

Contiene información general del departamento así como de la comunidad, Mapas de ubicación del Proyecto, Relieve, Clima, Precipitaciones, Ecología, Educación, Salud, Perfil Socioeconómico, Sistema de Abastecimiento actual en la comunidad.

## **Capítulo III: MARCO TEÓRICO**

Se aborda conceptos técnicos necesarios para los resultados que se obtendrán mediante la investigación, donde se requieren normas que permitan seleccionar una solución al problema.

## **Capítulo IV: Diseño Metodológico**

Se presenta la Metodología que se utilizó para desarrollar las diferentes actividades tales como: Fase exploratoria, Recopilación de Datos, Evaluación socioeconómico y censo Poblacional y Levantamiento Topográfico, así como los criterios y Normas Técnicas establecidas por el INAA y la aplicación de estos en los cálculos para el diseño de los diferentes elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Rural.

## **Capítulo V: Análisis y Presentación de Resultados**

En este capítulo se presenta todos los estudios realizados en el proyecto.

## **Capítulo VI: Conclusiones de Recomendaciones**

Se presenta las conclusiones y Recomendaciones del Estudio

## **Anexos.**

Contiene información complementaria del estudio realizado en la comunidad

# ÍNDICE

<b>Capítulo I. Aspectos Generales.</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. Objetivo General:	5
1.4.2. Objetivos Específicos:	5
<b>Capítulo 2. Información General de Área de Estudio.</b>	<b>7</b>
2.1. Jurisdicción política y localización.	7
2.2. Nombre y fecha de fundación.	7
2.3. Contexto Local	8
2.4. Relieve	9
2.5. Clima y Precipitaciones	10
2.6. Historia de la comunidad	10
2.7. Ecología	10
2.7.1. Fauna	10
2.7.2. Flora	11
2.8. Perfil Socioeconómico	12
2.8.1. Actividades Económicas	12
2.8.2. Educación	13
2.8.3. Salud	14
2.8.4. Agua Potable y Alcantarillado	14
2.8.5. Energía Eléctrica	14
<b>Capítulo III. Marco Teórico.</b>	<b>16</b>
3.1. Fuente de abastecimiento	16
3.2. Tipos de Fuentes	16
3.2.1. Aguas Atmosféricas	16
3.2.2. Aguas superficiales:	16
3.2.3. Aguas sub – superficiales	16
3.2.4. Aguas subterráneas	17
3.3. Captación	17
3.3.1. Directa:	17
3.3.2 Indirecta	17
3.4. Captación de Agua Subterráneas	17
3.5. Línea de conducción	17
3.5.1. Gravedad	18
3.5.2. Bombeo	18
3.6. Red de conducción	18
3.7. Tubería	18

3.8. Válvulas	18
3.9. Tee	19
3.10. Reducciones	19
3.11. Dispositivos de control de transistores	19
3.12. Carga hidráulica disponible	19
3.13. Sobrepresión o depresión	19
3.14. Conducción por gravedad	19
3.15. Conducción por bombeo –gravedad	19
3.16. Sobrepresión por Golpe de Ariete	20
3.17. Almacenamiento	20
3.17.1. Función del tanque de almacenamiento	21
3.18. Red de distribución	22
3.19. Tipos de redes	22
3.19.1. Tipos de Ramificados	22
3.19.2. Tipos Mallados	23
3.20. Periodo de diseño	23
3.21. Tratamiento	23
3.22. Consumo de Agua	24
3.23. Dotación	24
3.24. Población a servir	24
3.25. Conexiones domiciliarias	24
<b>Capítulo IV. Diseño Metodológico.</b>	<b>26</b>
4.1. Fase Exploratoria	26
4.2. Recopilación de Datos	26
4.3. Evaluación Socioeconómica y Censo Poblacional	26
4.4. Información Topográfica	26
4.4.1. Levantamiento Tipográfico realizado por la Alcaldía de Jinotega en el año 2016 (Paramétrico y Altimétrico).	27
4.5. Proyección de Población	28
4.6. Calculo de la Población	28
4.7. Proyección de Consumo	29
4.7.1. Dotación de agua	29
4.8. Niveles de servicio	29
4.8.1. Conexiones domesticas	29
4.9. Análisis y Cálculo Hidráulico del Sistema	29
4.9.1. Demanda Actual y Futura del Sistema.	30
4.10. Descripción del sistema de abastecimiento de agua existente	30
4.11. Fuente de Abastecimiento	31
4.12. Toma	31
4.13. Descripción del Sistema Propuesto (Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico y Gravedad).	31
4.14. Parámetros de Diseño	31

4.14.1. Periodo de Diseño	31
4.14.2. Variaciones de Consumo	32
4.14.3. Presiones Máximas y Mínimas	32
4.14.4. Coeficiente de Rugosidad de Hazen –Williams	32
4.14.5. Velocidad permisible en tubería	33
4.14.6. Cobertura y localización de la tubería	33
4.14.7. Pérdidas de agua en el Sistema	33
4.15. Componentes de un Sistema de abastecimiento por Bombeo Eléctrico	33
4.15.1. Fuente de Abastecimiento	33
4.15.2. Criterios de aceptación del Pozo	34
4.15.3. Estación de Bombeo.	34
4.15.4. Caseta de Control	34
4.15.5. Funciones de Equipo de Bombeo	35
4.15.6. Consideraciones de Diseño	35
4.15.6.1. Pérdidas en columna de Bombeo	35
4.15.6.2. Potencia Teórica de la Bomba.	35
4.15.6.3. Potencia de Motor	35
4.15.6.4. Motores Eléctricos	36
4.15.6.5. Energía	36
4.16. Línea de conducción por Bombeo Eléctrico	37
4.16.1. Dimensionamiento de la Línea de Conducción.	37
4.16.2. Caudal de Diseño	37
4.16.3. Selección de Diámetros	38
4.16.4. Pérdidas por fricción.	39
4.16.5. Pérdidas locales en Accesorios.	39
4.17. Golpe de Ariete	40
4.17.1. Velocidad	41
4.18. Gradiente Hidráulico	41
4.19. Presión Residual.	41
4.19. Tanque de Almacenamiento	42
4.19.1. Capacidad	42
4.19.1.1 Volumen de Compensador	42
4.19.1.2. Volumen de Reserva	42
4.19.2. Diseño de Tanque Sobre el Suelo	42
4.20. Diseño de la Red de Distribución	42
4.20.1. Tipo de Red	43
4.20.2. Demandas Nodales	43
4.20.3 Introducción y Procesamiento de datos	43
4.20.4. Consideraciones de Diseño	44
4.21. Análisis Hidráulico	44
4.21.1. Selección de la clase de tubería a emplear	44
4.21.2. Diámetros	45
4.22. Tratamiento	45
4.22.1. Cloración.	46

4.22.2. Volumen de Dosificador. _____	46
4.23. Estimación de Costos y Presupuesto del Proyecto _____	47
4.24. Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A) _____	47
4.24.1. Análisis Ambiental _____	48
4.24.2. Procedimiento _____	48
4.24.2.1. Alteraciones Ambientales _____	49
4.24.3. Metodología en el Análisis Ambiental. _____	49
4.24.4. Aspectos Ambientales. _____	50
4.24.5. Categoría _____	50
4.24.6. Evaluación de Desplazamiento. _____	50
4.24.7. Evaluación del Desplazamiento significado. _____	52
4.25.8. Valoración de la calidad Ambiental _____	53

## **Capítulo V. Análisis y Presentación de Resultados. \_\_\_\_\_ 55**

5.1. Conceptualización del Proyecto _____	55
5.2. Proyección de Población _____	55
5.2.1. Calculo de tasa de Crecimiento _____	55
5.3. Cálculo de Población _____	56
5.4. Proyección de consumo _____	57
5.5. Caudales de Diseño _____	57
5.6. Población servida _____	58
5.7. Estudio socioeconómico de la comunidad _____	60
5.7.1. Censo Poblacional _____	60
5.7.2. Perfil Socioeconómico _____	61
5.7.3. Ingresos _____	61
5.7.4. Situación de la disposición de excretas _____	62
5.7.5. Higiene. _____	63
5.7.6. Situación actual de Abastecimiento de la Hermita de Saraguasca _____	63
5.8. Fuente de abastecimiento _____	65
5.8.1. Características de la Fuente _____	65
5.8.2. Determinación de la capacidad de la fuente _____	65
5.8.3 Perfil Geológico del Pozo. _____	65
5.8.4. Análisis de la calidad de agua de la fuente de las Lomas _____	66
5.8.4.1. Análisis Bacteriológico _____	66
5.8.4.2. Análisis Físico Químico _____	67
5.9. Determinación de las características del Equipo de Bombeo. _____	67
5.9.1. Calculo de carga total Dinámica _____	67
5.9.1.2. Cálculos pérdidas locales en la sarta de bombeo _____	68
5.9.1.3. Clase y Coeficiente de capacidad hidráulica (C) _____	68
5.9.1.4. Selección de diámetro _____	69
5.9.1.5. Cálculos pérdidas por fricción en línea de conducción. _____	69
5.9.1.6. Calculo de pérdidas en la columna de Bomba _____	69
5.9.1.7. Sumatorias de Pérdidas _____	69
5.9.1.8. Carga Total Dinámica _____	69



5.9.1.9. Cálculo de Potencia de acoplamiento de Bomba-Motor.	69
5.9.1.10. Potencia de Motor	70
5.10. Línea de conducción.	70
5.10.1. Pérdidas Totales	70
5.10.2. Presiones Máximas y Mínimas	71
5.11. Sobre presión por golpe de Ariete	71
5.11.1. Consideración General	71
5.11.2. Tubería Propuesta	71
5.11.3. Velocidad	72
5.12. Tanque de Almacenamiento	72
5.13. Red de Distribución	74
5.13.1. Presiones máximas y mínimas	74
5.13.2. Cero consumo en la red	75
5.13.3. Análisis con consumo Máximo hora en la red	75
5.14. Nivel de servicio	78
5.15. Cloración	78
5.16. Evaluación del Impacto Ambiental	80
5.16.1 Evaluación del Desplazamiento	80
5.16.2. Análisis Ambiental.	83
5.16.2.1. Calidad Ambiental	83
5.16.2.2.	84
5.16.2.3. Plan de Mitigación de los Impactos Ambientales.	84
5.16.2.4. Plan de Monitoreo Ambiental.	85
5.16.3. Plan de Seguimiento.	86
5.17. Costo del Proyecto	87
<b>Conclusiones.</b>	<b>89</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>92</b>

## Indice de Figuras.

Figura 1. Ficha Municipal de Jinotega	7
Figura.2.Macrolocalización	8
Figura 3. Microlocalización.	9
Figura 4. Fuente de abastecimiento de Agua existente.	3089
Figura 5. Línea de conducción por bombeo Eléctrico.	37
Figura 6. Composición Poblacional.	60
Figura 7. Actividades Económicas.	61
Figura 8. Ingresos Mensuales.	62
Figura 9. Situación de la Disposición de Excretas.	62
Figura 10. Abastecimiento Actual.	63
Figura 11. Estado Actual del Pozo ya Perforado Las Lomas.	66

Figura 12. Determinación de Carga Total Dinámica. _____	67
Figura 13. Diseño de la Red de Distribución en la Comunidad de la Hermita de Saraguasca. ____	76

## Índice de Tablas de Contenido.

Tabla 1. Resumen de Educación _____	13
Tabla 2: Tipos de material del acueducto. _____	33
Tabla 3. Coeficiente de descarga para Accesorios en sarta. _____	40
Tabla 4. Clases de Tubería y Presiones de Trabajo para Tubería de PVC _____	45
Tabla 5. Valoración de Calidad Ambiental. _____	53
Tabla: 6. Censos Poblacional Jinotega. _____	55
Tabla 7. Proyección de Población y Consumo para la Comunidad de la Hermita de Saraguasca, unicipio de Jinotega, Departamento de Jinotega. _____	59
Tabla 8. Presentación de Resultados según Encuesta. _____	60
Tabla 9. Pérdidas de Accesorios. _____	68
Tabla 10. Tramos en los que se dividió la Red de Distribución. _____	74
Tabla 11. Velocidad y Caudales calculados de la red de Distribución para el Consumo Máximo Hora (CMH). _____	77
Tabla 12. Presiones para consumo en la Red de Distribución. _____	77
Tabla 13 .Aplicación de Solución Cloro Agua. _____	79
Tabla 14. Evaluación Geológica _____	80
Tabla 15. Evaluación Hidrológica y Cambio Climático. _____	80
Tabla 16. Evaluación Ecosistema. _____	81
Tabla 17. Evaluación Social. _____	81
Tabla 18. Evaluación Medio Constructivo. _____	82
Tabla 19. Calidad Ambiental del Sitio. _____	83
Tabla 20. Plan de Monitoreo. _____	85
Tabla 21. Plan de Seguimiento. _____	86
Tabla 22. Presupuesto Detallado. _____	87

# **Capítulo I.**

## **Aspectos Generales.**



## **CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

La escasez de agua para el consumo humano en el mundo, se presenta cuando la demanda excede a la capacidad de abastecimiento, la que su vez se determina entre otros factores. Entre los cuales se encuentran, el cambio climático que provoca las prolongadas sequías que afectan la disponibilidad de las aguas en las fuentes naturales y el crecimiento de la población.

Nicaragua no está exenta de estos problemas, a pesar de contar con recursos hídricos potencialmente explotables y siendo como principal fuente de abastecimiento las aguas subterránea, representando el 70 % del total y el 30 % restante proveniente de aguas superficiales. Las estrategias de explotación de los recursos han sido dirigidas a la explotación de aguas subterránea, estos se han venido deteriorando, y las fuentes disponibles para el abastecimiento de agua potable se ven cada vez más escasas.

Jinotega se ha visto en la situación, en que muchas comunidades del municipio tienen falta de agua potable, para suplir sus necesidades básicas. La comunidad de la Hermita de Saraguasca en el municipio de Jinotega, no está libre de este problema, debido que esta zona posee clima semi- seco, donde sus pobladores consumen agua de lluvia y de un pozo rustico y de este se abastecen 31 familias el cual produce poca cantidad de agua.

Por lo tanto se hace necesario un análisis más detallado de la situación actual de la Comunidad y proponer alternativas de solución para el abastecimiento de agua a la población.

En el estudio se pretende una solución de un pozo perforado como una alternativa viable, para abastecer la comunidad. El propósito es llevar agua de calidad y cantidad a cada hogar, con el objetivo de suministrar el vital líquido y proponer un proyecto acorde a condiciones del sitio.

De acuerdo a los análisis que se han realizado y la propuesta del Diseño de agua potable en La Hermita de Saraguasca, se estará mejorando las condiciones de vida a los pobladores, donde estarán enfocados a la viabilidad técnica y económica del proyecto en cuestión, y así poder determinar las condiciones de pago e ingresos y beneficios sociales generados por el mismo, donde se reflejara las condiciones actuales en cuanto al abastecimiento y propuesta de agua a la población reduciendo de manera drástica la contaminación de las aguas tanto a nivel químicos como bacteriológico y así reducir las enfermedades de origen hídrico.

## **1.2. ANTECEDENTES**

En Nicaragua la problemática en el agua potable, se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que los gobiernos en su momento en conjunto con los ONG (Organizaciones no Gubernamentales), han unido esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable en las comunidades, dando así mejores condiciones de vida para sus habitantes.

La comunidad La Hermita de Saraguasca fue reconocida como comunidad a mediados de XX y esta nunca ha tenido un sistema de agua potable que cumpla normas aptas para el consumo y se ha visto obligada a bastecerse de fuentes como: estanques, agua de lluvia y un solo pozo rústico que fue construido en el año 2006 y emite mal olor, sabor y color, se benefician 31 familias, caminan entre 120 y 1000 metros de distancia para obtener el vital líquido.

La comunidad se encuentra a una distancia de 13 km al Noreste de la cabecera municipal de Jinotega, con las siguientes coordenadas geográficas: 13°12'44''longitud -86°78'49.46'', a una altura Promedio de 770 msnm; y sus límites a las comunidades vecinas corresponden:

**Norte:** Comunidad Saraguasca.

**Sur:** Comunidad El corral de Piedra.

**Este:** Comunidad Las lomas.

**Oeste:** El zapote de San Marcos.

Hace cinco años se construyó un Sistema de Agua Potable Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico – MABE en la comunidad de las Lomas, que actualmente es utilizado, y anterior a este utilizaban un pozo perforado que fue cedido a la comunidad de la Hermanita de Saraguasca y se encuentra en el sector las Pilas a 3 kilómetros de la comunidad el cual cuenta con una caseta y conexión eléctrica.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Los pobladores de la comunidad Hermita de Saraguasca del municipio de Jinotega, actualmente no cuenta con un sistema de agua potable adecuado, por lo que se abastecen de agua de lluvia o de un pozo excavado a mano (PEM), que produce muy poca cantidad y está contaminado por problemas bacteriológicos. La población debe racionarse a 40 litros por familia, principalmente en la época de verano.

La comunidad se asienta en una loma rocosa en las faldas del cerro Saraguasca, el borde que divide la zona seca y semi- seca de Jinotega, donde no existen ríos ni quebradas y solo durante el invierno baja una corriente del cerro dividiendo la comunidad en dos sectores. La falta de un sistema de agua potable eficiente ha llevado a los habitantes de la comunidad a caminar a cierta distancia y adquirir un poco de agua para suprimir sus necesidades.

El consumo de agua de pozo, así como las diversas fuentes donde adquieren agua, ha traído una serie de consecuencias que sus afectados son niños, en la que sufren problemas de enfermedades intestinales como: parasitosis que son de origen hídricos; como diarrea, la principal cusa de morbilidad infantil por el consumo de agua contaminada. Esta comunidad se encuentra en la región norte del país en el departamento de Jinotega.

Con el propósito de mejorar las condiciones y calidad de vida en la comunidad y esta adquiera hábitos higiénicos a través de educación ambiental que contribuyan a mantener su salud, se utilizará un pozo perforado garantizando su uso racional del recurso y la protección de la fuente, que permita llevar agua en calidad y cantidad que se requiere en la comunidad, también disminuirá las enfermedades que afectan principalmente a los niños y al resto de la población.



## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General:**

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, (Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico y Gravedad) en la comunidad de la Hermita de Saraguasca, Municipio de Jinotega.

### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

1. Establecer la situación actual de la población en la comunidad de la Hermita de Saraguasca a través de un diagnostico socioeconómico.
2. Realizar un levantamiento Topográfico del área de estudio.
3. Elaborar el diseño hidráulico de la red de distribución y la línea de conducción tomando en cuenta el levantamiento topográfico.
4. Determinar el costo del proyecto.
5. Realizar una valoración ambiental del proyecto.



## **Capítulo II.**

### **Información General del Área de Estudio.**



## CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN GENERAL DE ÁREA DE ESTUDIO.

### 2.1. Jurisdicción política y localización.

La comunidad de la Hermita de Saraguasca es parte del municipio de Jinotega, este a su vez pertenece a la jurisdicción política del departamento de la república de Nicaragua.

### 2.2. Nombre y fecha de fundación.<sup>1</sup>

El departamento formaba parte del territorio de Matagalpa, aunque también recibió territorio de Nueva Segovia, después de su desmembramiento. Este se independizó y se formó como departamento el 15 de octubre del año 1891. El nombre Jinotega se deriva de un vocablo náhuatl que, según los expertos, significa "Poblado de Jiñocuabos".

**Figura 1.** Ficha Municipal de Jinotega<sup>2</sup>

Departamento	:	Jinotega
Ubicación	:	Nicaragua, América Central
Límites	:	Al Norte con Honduras Al Sur con Matagalpa Al Este con la Región Autónoma Atlántico Norte Al Oeste con Nueva Segovia, Madriz y Estelí
Cabecera departamental:		Jinotega
División política administrativa	:	8 municipios
Superficie total	:	9 222.40 km <sup>2</sup>
Altura de la cabecera	:	1 083.87 m.s.n.m.
Posición geográfica de la cabecera	:	13° 05' Latitud Norte, 86° 00' Longitud Oeste

**Fuente:** Caracterización sociodemográfica de Jinotega <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alcaldía Municipal De Jinotega.

<sup>2</sup> Caracterización Sociodemográfica de Jinotega a partir de los resultados de VII censo poblacional y IV de vivienda 2005

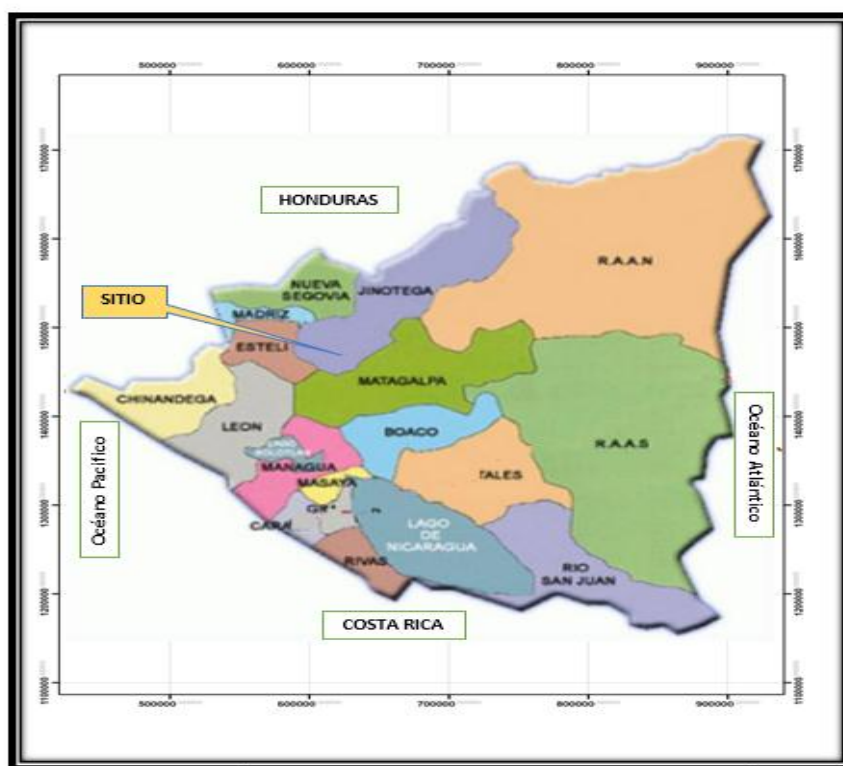
<sup>3</sup> Caracterización Sociodemográfica de Jinotega a partir de los resultados de VII censo poblacional y IV de vivienda 2005

## 2.3. Contexto Local

### 2.3.1. Localización

El municipio de Jinotega es la cabecera del departamento, geográficamente se ubica en la zona Nor-Central, se encuentra a 168 Km de la capital del país, la comunidad se encuentra a una distancia de 13 km al Noreste de la cabecera municipal de Jinotega, con las siguientes coordenadas geográficas: 13°12'44" longitud -86°78'49.46", a una altura Promedio de 770 msnm.

**Figura.2.**Macrolocalización



**Fuente:** Alcaldía de Jinotega 2016.

Límites a las comunidades vecinas corresponden:

**Norte:** Comunidad Saraguasca.

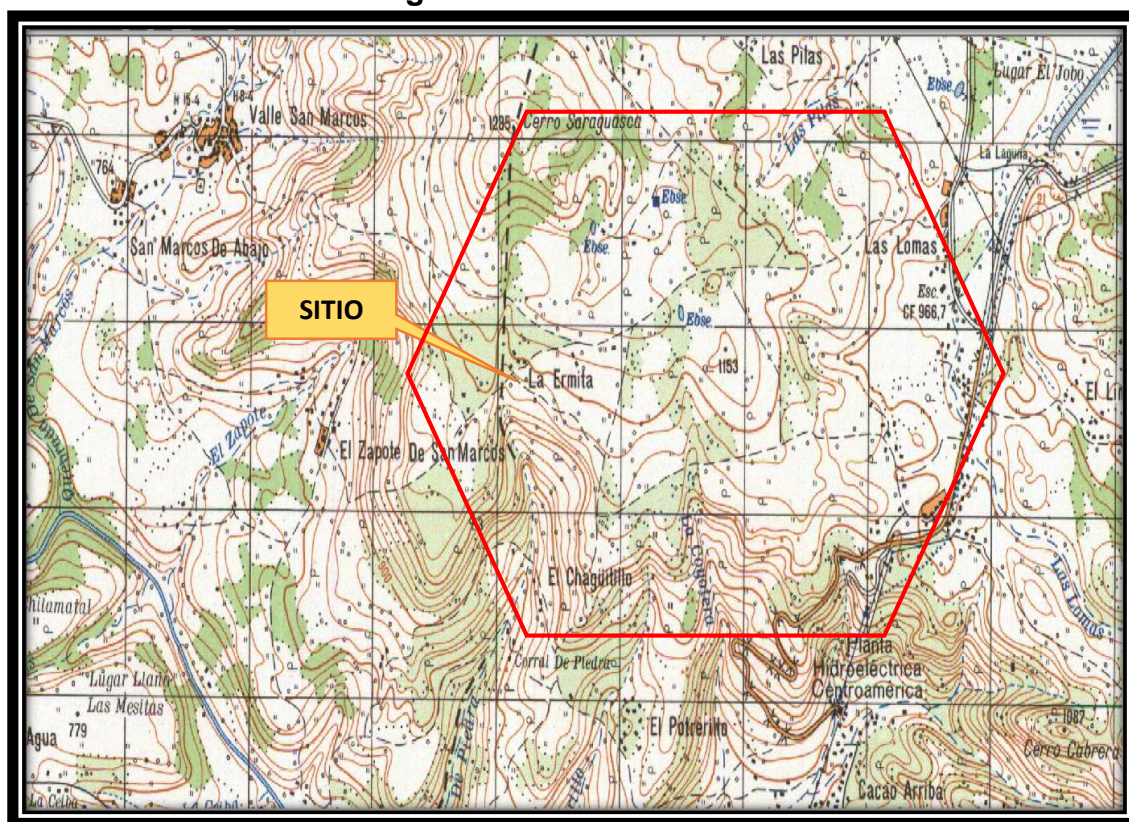
**Sur:** Comunidad El corral de Piedra.

**Este:** Comunidad Las lomas.

**Oeste:** El zapote de San Marcos.

**Figura.3.** Micro localización del lugar del Proyecto del Sistema por Bombeo Eléctrico y Gravedad en la comunidad de la Hermita de Saraguasca.

**Figura 3. Microlocalización.**



**Fuente:** Alcaldía Municipal de Jinotega.

## 2.4. Relieve<sup>4</sup>

El municipio está constituido por altas montañas, cerros, colinas, valles y altiplanos. Entre las alturas más prominentes se encuentra: El Chimborazo, Santa Rosa, Santa Lastenia, El Horno, El Gobiado, entre otros.

En cuanto a su hidrografía, el municipio cuenta con números ríos tales como: Río Jiguina, San Gabriel, Mancotal y Río Gusanera. También cuenta con dos lagos artificiales : Lago Apanás (1960) y El Dorado (1989) con una extensión de 56km<sup>2</sup>. Estos se encuentran separados por represa Asturias a unos 25 km de la ciudad de Jinotega.

<sup>4</sup> Alcaldía Municipal de Jinotega

## **2.5. Clima y Precipitaciones<sup>5</sup>**

El municipio está caracterizado como subtropical de montaña de acuerdo a la clasificación de Köppen, determinado por la presencia de altitudes mayores a los 1000 msnm. El registro de estos parámetros climáticos es de 12 años de 1990 a 2002, proporcionado por la estación de Jinotega. Se localizan tres zonas agro ecológicas: zona seca, zona intermedia y zona húmeda.

El Municipio de Jinotega en su conjunto, tiene en promedio, precipitaciones equivalentes a 1050 milímetros al año, con temperatura anual de 23 grados Celsius y elevaciones de 1,115 metros sobre el nivel del mar.

## **2.6. Historia de la comunidad<sup>6</sup>**

La comunidad de la Hermita de Saraguasca se fundó en el año 1801, con 5 familias, dicha comunidad se forma con pobladores de otras comunidades y su procedencia era de las Cureñas, su actividad económica estaba basada en la producción de granos básicos. Un dato importante es que la comunidad registra en su memoria historia grandes afectaciones producto de fenómenos como: Sequía, despale, y la guerra misma, los cuales causaron grandes impactos negativos en sus pobladores, bienes y propiedades, como la construcción del embalse de Apanás se vio dramáticamente afectados porque la mayoría de las tierras fértiles se encontraban en los que hoy es el Lago de Apanás y muchos caminos quedaron inundados.

## **2.7. Ecología<sup>7</sup>**

### **2.7.1. Fauna**

La fauna silvestre incluye especies del gran grupo de los mamíferos, reptiles, avifauna y especies de pájaros de fauna. La actividad humana ha incidido en la deforestación y destrucción del hábitat de la fauna silvestre, afectando las

---

<sup>5</sup> Alcaldía Municipal de Jinotega.

<sup>6</sup> Alcaldía Municipal de Jinotega-Demacración Territorial e Historia

<sup>7</sup> Alcaldía Municipal de Jinotega.

poblaciones naturales de las siguientes especies: Cabro de Monte, Danto (Tapir americano), Jaguar (tigre), Pava (Chachalaca), Pavón, Tigrillo, Venado, Armadillos, Congós, Momos, Osos Hormigueros, Perezosos y Pizote, Lapa Roja, Loras, Querque, Tucán, Boa, Barba Amarilla, Coral Negro, Coral Rojo, Culebra Mica, Chocoya, Mata Buey, Ratonera, Tamagás, Víbora de Sangre y Zopilote; las que tienen importancia económica al ser fuentes de alimento y otros subproductos: aspás, pieles y plumas para la pequeña industria e industria artesanal.

Las especies con mayor calidad, cantidad y demanda de carne silvestre son: Guardatinaja, Guatusa, Cusuco, Cabro de Monte (Venado rojo), Venado cola blanca y Sahino.

### **2.7.2. Flora**

En cuanto a vegetación el municipio cuenta con Bosque de pino abierto: Forestas que presentan asociaciones de pinares con o sin robles, con altura mayor de 5 m y cobertura de copas máxima de un 70%, además contienen pastos.

**Vegetación Arbustiva:** Vegetación con arbustos y árboles menores de 5 m de altura, se concentra en todo el departamento de Jinotega con un área de 192.48 Km<sup>2</sup>.

**Café de Sombra:** Plantaciones de café con vegetación boscosa, sirve de protección al cultivo. La mayor concentración se da en el municipio de Jinotega con 392.93 Km<sup>2</sup>.

**Café sin Sombra:** Plantaciones de café sin vegetación arbórea.

**Maleza:** Vegetación en una proporción de 70% con maleza y 30% con matorrales. Existe poca presencia en el Municipio de Jinotega.

**Pastos con Maleza:** Pastos cultivados descuidadamente con 60% de pastos y 40% de malezas. Este tipo de vegetación se presenta en todos los municipios del Departamento.



**Pastos con árboles:** Áreas empastadas, asociadas con vegetación arbórea con cobertura de copas menor del 40 %, se encuentran áreas significativas en el Municipio.

**Pasto mejorado:** Terrenos empastados con variedades mejoradas y limpias de malezas, las áreas más considerables se localizan en el municipio de Jinotega.

**Cultivos Agrícolas:** Cultivos anuales con o sin riego, incluyen además áreas con hortaliza.

**Bosque de Coníferas:** Con una densidad de cobertura mayor del 70%, árboles de más de 5 m, cubre una superficie de 79.09 Km<sup>2</sup> de bosques. La mayor concentración se encuentra en el municipio de Jinotega con 23.58 Km<sup>2</sup>, En el departamento todavía se encuentran algunas áreas de bosques con especies caducifolias que tiene importancia forestal tales como: Aguacate Montero, Cedro Macho, Coyote, Chapermo, Chilamate, Elequeme, Gavilán, Guácimo, Jobo, Madroño Blanco, Sangregrado Blanco, Sangregrado Colorado.

Otra característica del bosque alto y bajo, es la gran cantidad de especies de maderas preciosas en proceso de extinción tales como: Areno, Camibar, Caoba, Guapinol, María, Palo de Agua, Pino Caribe, Pino Ocote, Pochote, Laurel Blanco, Nanciton y Roble.

## **2.8. Perfil Socioeconómico<sup>8</sup>**

### **2.8.1. Actividades Económicas**

De forma general la mayoría de la población del Municipio está dedicada a la actividad agropecuaria, siendo este rubro un gran generador de divisas importante para el país, la producción principalmente consiste en café, frijoles, maíz y hortalizas.

La producción agropecuaria es la principal fuente de divisas a sus economías, este sector lo conforman principalmente pequeños y medianos productores los

---

<sup>8</sup> Alcaldía Municipal de Jinotega.

cuales manejan sus tierras de forma empírica y en la mayoría de los casos no cuentan con ningún tipo de financiamiento.

Actividades secundarias son muy reducidas, solo el 11% de la población económicamente activa se encuentra ocupada en estas actividades, la industria existente en el municipio son los beneficios de café los cuales solamente están siendo utilizados como bodegas, un aserrío, la represa hidroeléctrica del lago de Apanás (que es la industria más importante de Jinotega), dos industrias alimenticias y dos láctea. Por otro lado en el municipio se encuentra una pequeña industria de tipo artesanal, siendo las microempresas de panificación, cerámica negra, calzado y muebles. La caza y la pesca a pequeña escala es otra fuente de ingresos para las comunidades del municipio.

### 2.8.2. Educación<sup>9</sup>

El Sistema Educativo está a cargo de una Delegación Municipal de Educación Cultura y Deporte. Según datos estadísticos suministrados por la Delegación del MINED, en el Municipio existe un total de 110,708 alumnos distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Resumen de Educación

Nivel	Matricula Inicial	Matricula Final
Prescolar	17,282 alumnos	15,628 alumnos
Primaria	68,803 alumnos	60,648 alumnos
Secundaria	24,623 alumnos	21,314 alumnos

**Fuente:** MINED-Delegación Municipal de Jinotega.

Cuenta con 112 primarias rurales, 22 primarias Urbanas, 5 centros Secundarios Urbanos de los cuales 2 son completamente secundarios y los otros 3 presentan primaria y secundaria, 2 Instituto secundaria Rurales, 2 Institutos técnicos y 3 Universidades. Preescolares 118 en el Municipio.

---

<sup>9</sup> MINED - Delegación Municipal de Jinotega-Estadísticas de Educación año 2016.

### **2.8.3. Salud**

El municipio de Jinotega cuenta con un Hospital Regional "Victoria Motta", que presta los servicios a las comunidades y barrios del municipio y al Departamento en general. En la comunidad del proyecto no se encuentra un centro de salud que brinde atención a sus habitantes.

### **2.8.4. Agua Potable y Alcantarillado<sup>10</sup>**

El municipio de Jinotega cuenta con el servicio de Acueductos y Alcantarillado municipalizado con 9,800 conexiones domiciliarias, esto representa el 89.7% de la población en la cabecera departamental.

### **2.8.5. Energía Eléctrica.<sup>11</sup>**

El Municipio cuenta con el servicio de energía domiciliar, la cual está a cargo de la Empresa **(DISNORTE)** Distribuidora del Norte, interconectado al sistema Nacional, donde existen 7,500 Unidades domiciliarias y 300 conexiones ilegales del total de las viviendas del Municipio, cabe señalar que su estado físico es regular. En el Municipio de JINOTEGA no hay capacidad disponible para ampliar el servicio por falta de materiales y personal. A demás el Servicio de Alumbrado público tiene una cobertura del 90% en su totalidad, lo que el área rural cuenta con 30% de cobertura. Existe en todo el Municipio de JINOTEGA 1,490 Unidades de luminarias las cuales se encuentran en buen estado físico, para poder ampliar el servicio de alumbrado público.

---

<sup>10</sup> ENACAL-Jinotega.

<sup>11</sup> DISNORTE- Jinotega

# **Capítulo III.**

## **Marco Teórico.**



### **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.**

En este capítulo se abordara los conceptos técnicos necesarios para los resultados se obtendrán mediante en esta investigación, el diseño de un sistema de abastecimiento de Agua Potable en la zona rurales se requieren normas que permitan seleccionar una solución al problema en una comunidad dada, y así poder suministrar la cantidad de agua necesaria para resolver las necesidades y que llegue de una forma sanitariamente segura a cada familia.

#### **3.1. Fuente de abastecimiento**

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que se deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir.

#### **3.2. Tipos de Fuentes**

**3.2.1. Aguas Atmosféricas:** son aquellas de lluvias, estas están menos expuestas a la contaminación con bacterias y parásitos, pero no constituyen fuente de aprovechamiento constante, pues deben calentarse en épocas de lluvias y almacenadas durante el verano.

**3.2.2. Aguas superficiales:** Son aquellas que se encuentran sobre la superficie del suelo. Se presentan en forma de corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos, lagunas y charcos). Proviene en gran parte de las precipitaciones y pueden recibir aguas de manantiales. Están sometidas a la acción del calor y la luz del sol. Estas pueden ser contaminadas por vertederos de afluentes cargados de sustancias orgánicas.

**3.2.3. Aguas sub – superficiales:** manantiales y afloramientos: es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

**3.2.4. Aguas subterráneas:** son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato permeable.

### **3.3. Captación**

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo durante todo el año la captación de aguas previstas. El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas). Las dimensiones y características de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro a la población.

Según la calidad del agua la captación puede ser:

**3.3.1. Directa:** cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.

**3.3.2 Indirecta:** cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados con el río.

### **3.4. Captación de Agua Subterráneas**

Las aguas subterráneas se captan a través de: pozo, manantial.

### **3.5. Línea de conducción**

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable se llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento hasta un solo sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad, y presión.

La conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento o captación hasta el punto de entrega.

Las obras destinadas al transporte de agua potable reciben el nombre de conducción, y es posible clasificarla de acuerdo a la forma hidráulica de transportarla, la cual puede ser:

**3.5.1. Gravedad:** 1) mediante canales a superficie libre.

2) mediante conductos cerrados a presión.

**3.5.2. Bombeo:** 1) mediante conducciones a presión impulsados por equipos de bombeo.

La conducción puede realizarse por gravedad si las condiciones topográficas lo permiten. En caso contrario se realizara mediante bombeo.

### **3.6. Red de conducción**

Es un sistema integrado por un conjunto de tuberías interconectadas, debido a la existencia de dos o más fuentes de abastecimiento o sitios de distribución.

### **3.7. Tubería**

Es el conjunto de tubos interconectados para formar una tubería principal, con una variedad de diámetros y materiales.

### **3.8. Válvulas**

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.



### **3.9. Tee**

Las tee se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama te de reducción.

### **3.10. Reducciones**

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

### **3.11. Dispositivos de control de transitorios**

Estructuras diseñadas para controlar depresiones, sobrepresiones, burbujas de aire y demás perturbaciones en la conducción, ocasionadas por fenómenos transitorios.

### **3.12. Carga hidráulica disponible**

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

### **3.13. Sobrepresión o depresión**

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

### **3.14. Conducción por gravedad**

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor que la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega de agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponibles.

### **3.15. Conducción por bombeo –gravedad**

Si la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regulación,

conviene analizar la colocación del tanque intermedio en ese lugar. La instalación de este tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.

### **3.16. Sobrepresión por Golpe de Ariete**

Para cumplir con su objetivo las líneas de conducción se diseñan y operan para un régimen de flujo permanente, sin embargo en la operación son inevitables régimen de transición de un flujo permanente a otro. Al menos una vez en el inicio de su operación, la línea de conducción necesita ser llenada de agua; en ocasiones tiene que ser vaciada y llenada de nuevo. Cada arranque o paro de bombas o cada apertura y cierre de válvulas en la conducción generan un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión en cada punto de la línea.

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente. El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica. El golpe de ariete es un fenómeno transitorio que puede ocurrir en la tubería de descarga.

### **3.17. Almacenamiento**

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo, incendios, y variaciones de consumo.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente. Además equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- Tanques apoyados en el suelo.
- Tanques elevados.

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red.

Los tanques de almacenamiento no son solamente una opción sino una herramienta básica para mantener un sistema de agua en funcionamiento constante con eficiencia y calidad.

### **3.17.1. Función del tanque de almacenamiento**

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo.

### **3.18. Red de distribución**

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos; con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

La red de distribución está formada por tubería principal, llamada circuitos troncales o maestras y por tuberías secundarias o de relleno. Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área abastecida. Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extinción de incendios.

La red de distribución tiene las funciones de suministrar agua a los diferentes consumidores en cantidad suficiente y entregar agua sanitariamente segura.

### **3.19. Tipos de redes**

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

#### **3.19.1. Tipos de Ramificados**

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red es usada cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

### **3.19.2. Tipos Mallados**

Son aquellas redes construidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara siempre de lograrse mediante interconexiones de tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

### **3.20. Periodo de diseño**

En los diseños de proyectos de abastecimientos de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

### **3.21. Tratamiento**

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

Las mayorías de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial. En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

### **3.22. Consumo de Agua**

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes e igualdad al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales.

Históricamente se ha creído que el consumo de agua depende única y exclusivamente del crecimiento poblacional, pero actualmente se ha demostrado que el consumo de agua es también influenciado por factores tales como el clima, nivel económico, la densidad de población, el grado de industrialización, el costo de las tuberías, fugas y existencia de alcantarillado sanitario.

### **3.23. Dotación**

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1. Nivel de servicio adoptado
2. Factores geográficos
3. Factores culturales
4. Uso del agua

### **3.24. Población a servir**

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecer.

### **3.25. Conexiones domiciliarias**

Las tomas de agua se aplica para el sector urbano así como rural, pero en ocasiones se encuentran sujetas a ciertas condiciones, tales como la disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operación (sistema de por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

# **Capítulo IV.**

## **Diseño Metodológico.**



## **CAPÍTULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO.**

### **4.1. Fase Exploratoria**

Se realizaron diversas visitas de campo para una mayor inspección de la zona para solucionar la problemática de abastecimiento de agua en la comunidad de la Hermita de Saraguasca donde se propone la construcción del sistema

#### **FUENTE-TANQUE-RED.**

### **4.2. Recopilación de Datos**

Para la recopilación de información se obtendrán de las siguientes instituciones: Alcaldía de Jinotega, ENACAL (Jinotega), UNI, (AVODEC) Asociación de Voluntarios para el desarrollo comunitario, entre otros, para contar con la información necesaria acerca de la zona, donde pudo conocer la situación y demanda de agua, capacidad económica, Voluntad de la comunidad, determinación de la población actual y de diseño.

### **4.3. Evaluación Socioeconómica y Censo Poblacional**

Se realizaron varias visitas a la comunidad donde se reunió al comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) para informar los objetivos del proyecto sobre el tipo de proyecto que se diseñara. Donde se realizó en el 2016 un censo poblacional al 100% de las viviendas en la comunidad a ser beneficiadas, en que se realizó la encuesta socioeconómica donde se determinó la cantidad de población, sexo, servicios básicos, saneamiento, vivienda, actividades económicas e ingresos mensuales por familia etc.

El censo y encuesta socioeconómica fue previamente organizada con los líderes de la comunidad, donde se encuestó todas las viviendas con el propósito de presentar la situación actual de la comunidad en la que encuentra.

### **4.4. Información Topográfica**

Por medio del departamento de topografía de la Alcaldía de Jinotega, se realizó el levantamiento donde se obtuvo la información (Planos de planimetría y altimetría)



de la comunidad, en donde se realizó un reconocimiento de la zona de estudio para abarcar completamente todos los lugares comprendidos por el proyecto y que se pretende valorar los accidentes topográficos y a si tomar consideraciones técnicas del sitio.

#### **4.4.1. Levantamiento Topográfico realizado por la Alcaldía de Jinotega en el año 2016 (Paramétrico y Altimétrico).**

El trabajo topográfico se realizó utilizando método de alta precisión, para el cual se empleó con un equipo de estación total, realizado por el topógrafo ing. Juan Herrera Cano de la Alcaldía de Jinotega donde inició con el trabajo, definiendo los BM ubicados en el levantamientos como puntos de referencia desde la propiedad donde se encuentra la fuente hasta el último punto del levantamiento en el proyecto. Toda la información topográfica generada en este estudio es suficiente para replantear las poligonales del proyecto durante la ejecución del mismo y se entregan de forma digitalizadas integralmente como fueron bajadas des equipo de levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico Planímetro se determinó la ubicación de vías de acceso así como de viviendas, cruces aéreos, escuela, iglesia, ríos y otros puntos de referencia importantes de interés público. En lo que refiera a las viviendas, se registraron la ubicación de las mismas en la comunidad mediante el levantamiento.

Para el levantamiento Altimétrico en cada PI se cuenta con la elevación, información fundamental para el dimensionamiento del sistema y garantizar que el agua llegue a cada vivienda.

#### 4.5. Proyección de Población.

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituye el sistema. La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento históricos, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se obtendrá de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1995 y 2005 del INIDE. Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento poblacional de la zona rural del departamento de Jinotega, establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

#### 4.6. Cálculo de la Población.<sup>12</sup>

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño, se calculará por medio de la fórmula del **Método Geométrico**, fórmula es la siguiente expresión:

$$P_n = P_o \cdot (1+r)^n$$

**Donde:**

**P<sub>n</sub>** : Población al final del período de diseño.

**P<sub>o</sub>** : Población actual.

**r** : Razón de crecimientos expresada en decimal.

**n** : Número de años que comprende el período de diseño.

Si no se dispone de datos de población al inicio del periodo de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o

---

<sup>12</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99).Cap.2-1

promotores sociales. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

## **4.7. Proyección de Consumo**

### **4.7.1. Dotación de agua**

Para los sistemas de abastecimiento de agua potable son por medio de conexiones domiciliarias de patio, y de acuerdo con las normas técnicas de abastecimiento de agua para zonas rurales se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.<sup>13</sup>

## **4.8. Niveles de servicio**

### **4.8.1. Conexiones domesticas**

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

Para condiciones sociales se deberá realizar un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias. El nivel de servicio adoptado es de conexiones domiciliarias para todas las viviendas.

## **4.9. Análisis y Cálculo Hidráulico del Sistema**

El análisis hidráulico del sistema se realizó mediante los resultados del estudio topográfico y de la demanda diaria y horaria de la comunidad. Cálculo Hidráulico se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por INAA para el sector rural.

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

---

<sup>13</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99).

#### **4.9.1. Demanda Actual y Futura del Sistema.**

La comunidad de La Hermita de Saraguasca tiene una población de 161 personas y aplicando una dotación de 20 gppd por cada habitante donde hay una demanda actual de 3,220 gpd.

Para la demanda futura se utilizó el método geométrico para proyectar el consumo actual a 20 años de periodo de diseño del sistema, donde se utilizó una tasa de crecimiento del departamento de Jinotega del 3% según los censos de INDE, la cual el consumo es de 9,887 gpd al final del periodo de diseño.

#### **4.10. Descripción del sistema de abastecimiento de agua existente**

El 100% de la población de la comunidad se abastecen de agua por medio de: estanques, Agua de lluvia y un solo pozo rustico, la cual es extraída por fuerza humana.

En la comunidad de la Hermita de Saraguasca existe un solo pozo excavado a mano, construido en el año 2006 donde este emite mal olor, sabor y color y que se encuentra en malas condiciones, donde se determinó que la fuente no cumple con las condiciones de consumo humano.

**Figura 4.** Fuente de abastecimiento de Agua existente.



Fuente: Propia

#### **4.11. Fuente de Abastecimiento.**

En el aforo realizado por AVODED (Asociación de Voluntario para el Desarrollo Comunitario) efectuado en Enero del 2016 resulto un caudal del manantial de 20 gpm

#### **4.12. Toma.**

Este está en completo abandono ya que se deshabilito completamente por la explotación de otra fuente para abastecimiento de la comunidad de las lomas, con conjunto de AVODED (Asociación de Voluntario para el Desarrollo Comunitario) se realizó inspección para constatar las condiciones que se encontraba la fuente.

#### **4.13. Descripción del Sistema Propuesto (Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico y Gravedad).**

Para el diseño del sistema abastecimiento de agua potable, se tomó como base a las Normas Técnicas de INAA, Diseño de Sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09 001-99) y Norma Técnicas para el Abastecimiento y Potabilización de Agua (NTON 09 009-99).

A continuación se describen los parámetros de diseño Utilizados:

#### **4.14. Parámetros de Diseño**

##### **4.14.1. Periodo de Diseño**

La vida útil para los componentes del sistema de agua referentes a: Fuente (Pozo ya perforado), Línea de conducción, Tanque de Almacenamiento y Red de Distribución se proyectó para 20 años.

#### **4.14.2. Variaciones de Consumo**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirvieron de base para el dimensionamiento de la capacidad de los componentes del sistema, estos valores son los siguientes:

- Consumo Máximo Día (CMD): 1.5 CPD ( consumo promedio diario)+ pérdidas utilizando para la Línea de conducción por Bombeo Eléctrico
- Consumo Máximo Día (CMH): 2.5 CPD (consumo promedio diario)+ pérdidas utilizando para Red de Distribución por Gravedad.

#### **4.14.3. Presiones Máximas y Mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes.

- Presión Mínima: 5.0 metros
- Presión Máxima: 50.0 metros

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tuberías a utilizarse, sin embargo se recomienda en la línea de conducción mantener una presión estática máxima de 50 m, incorporando pilas rompe presión donde sea necesario.

#### **4.14.4. Coeficiente de Rugosidad de Hazen –Williams**

Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

$$h = 10,674 * [Q^{1,852} / (C^{1,852} * D^{4,871})] * L$$

**Tabla 2:** Tipos de material del acueducto.

Tipos de material del Acueducto	Coeficiente de Rugosidad (c)
Tubo de hierro Galvanizado (Hº.Gº)	100
Tubo de Concreto	130
Tubo asbesto cemento	140
Tubo de hierro Fundido (Hº.Fº)	130
Tubo plástico (PVC)	150

**Fuente:** Normas técnicas para el Diseño de abastecimiento de agua potable (INAA).

#### **4.14.5. Velocidad permisible en tubería**

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

- Velocidad mínima = 0.4 m/s.
- Velocidad máxima = 2.0 m/s.

#### **4.14.6. Cobertura y localización de la tubería**

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 m sobre las coronas de las tuberías, y en caminos de pocos tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo.

#### **4.14.7. Pérdidas de agua en el Sistema**

Para el diseño de este acueducto se consideró un 20% del consumo promedio diario.

### **4.15. Componentes de un Sistema de abastecimiento por Bombeo Eléctrico.**

#### **4.15.1. Fuente de Abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto debe estar lo suficiente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesaria para garantizar la potabilización de la misma.

#### **4.15.2. Criterios de aceptación del Pozo.<sup>14</sup>**

- a) El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- b) El caudal de explotación de bombeo en función de un periodo de Bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- c) El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior al CMD
- d) Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

#### **4.15.3. Estación de Bombeo.**

Para instalar los equipos de Bombeo, se toman en cuenta las características de la fuente, ubicados del tanque de almacenamiento, el sistema de distribución y la demanda de agua.

#### **4.15.4. Caseta de Control.<sup>15</sup>**

La caseta de control se diseñara de mampostería acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

•

---

<sup>14</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.5.3.3

<sup>15</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.6.2



#### **4.15.5. Funciones de Equipo de Bombeo.<sup>16</sup>**

La función del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y características del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

#### **4.15.6. Consideraciones de Diseño.**

La longitud de columna se propuso que se sumerja 10 m bajo nivel mínimo de bombeo.<sup>17</sup>

##### **4.15.6.1. Pérdidas en columna de Bombeo.**

Se consideró una pérdida por fricción igual al 5% de la longitud de la columna de bombeo.<sup>18</sup>

##### **4.15.6.2. Potencia Teórica de la Bomba.**

La potencia neta demanda por la bomba se encontró utilizando la siguiente formula:

$$P_B = \frac{\gamma * Q_B * CTD}{75 * E}$$

**P<sub>B</sub>**: Potencia Teórica de la Bomba (HP)

**Y**: Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)

**Q**: Caudal de Bombeo (m<sup>3</sup>/s).

**CTD**: Carga Total Dinámica (m)

**E**: Eficiencia del Equipo de Bombeo.

##### **4.15.6.3. Potencia de Motor.<sup>19</sup>**

Se considera un factor de 1.15 para calcular la potencia necesaria del motor en base a la potencia por la Bomba, debido a las pérdidas mecánicas.

---

<sup>16</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.6.3

<sup>17</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua" (NTON 09009 – 99). Cap.6.2.2

<sup>18</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.6.4

<sup>19</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.6.5

$$PM=1.15*P_B$$

**Donde:**

**PM:** Potencia del bombeo (HP)

**P<sub>B</sub>:** Potencia Teórica de la Bomba (HP)

#### **4.15.6.4. Motores Eléctricos.<sup>20</sup>**

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tiene motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrífugas en pozos profundos motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125 hasta 200 HP, y de mayor capacidad. Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la Bomba, debido a las perdidas mecánicas. Las velocidades de operación de los motores eléctricos varían de acuerdo a la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

#### **4.15.6.5. Energía.<sup>21</sup>**

De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomienda a los tipos de energía siguiente: Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 monofásica. Para Motores mayores de 5 HP y menores de 50 se usará 3/06/220 y mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, Energía Trifásica.

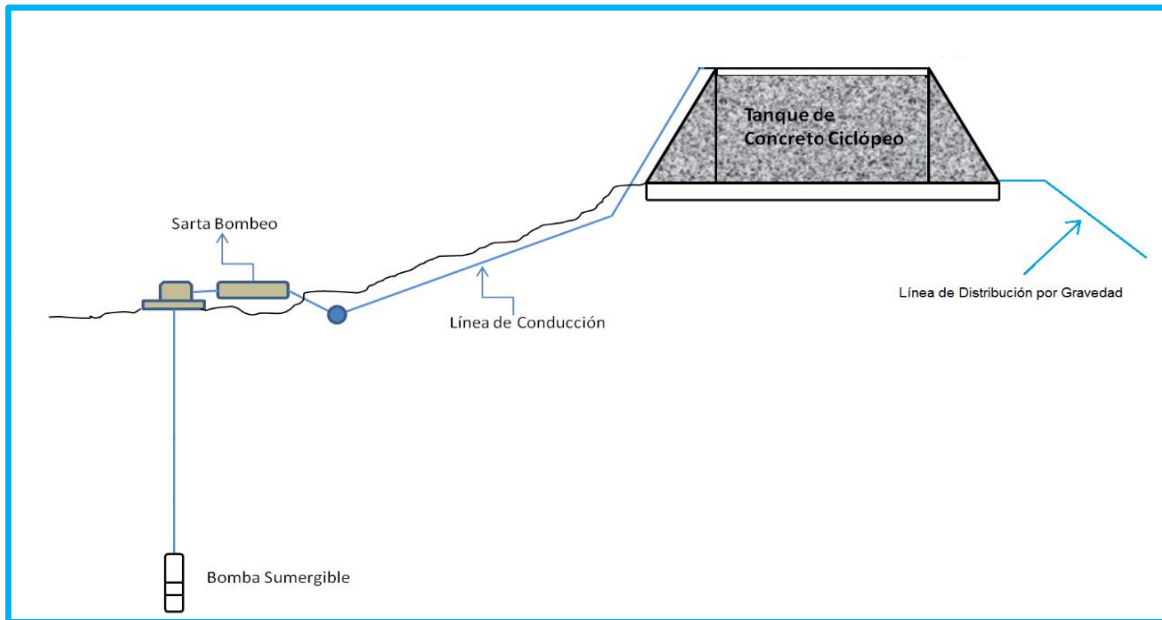
---

<sup>20</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.6.4

<sup>21</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Cap.6.6

#### 4.16. Línea de conducción por Bombeo Eléctrico.

Figura 5. Línea de conducción por bombeo Eléctrico.



Fuente: Elaboración Propia.

##### 4.16.1. Dimensionamiento de la Línea de Conducción.

Para la línea de conducción se tomó como referencia principal el levantamiento topográfico de Fuente-Tanque para el diseño Hidráulico.

Se trabajó en base de cada puto o PI topográfico y la longitud entre cada punto como nodos del sistema, la línea de conducción tiene una longitud de 2050 m un total de 410 PI topográficos a cada 5 m de distancia.

##### 4.16.2. Caudal de Diseño.

Se dimensiono para la condición de consumo máximo día al final del periodo de diseño tomando el tiempo de bombeo mínimo de 12 horas.

$$Q_D = C.M.D * \frac{24}{HB}$$

Donde:

**Q<sub>D</sub>**: Caudal de Diseño para determinar la capacidad del Equipo de Bombeo.

**C.M.D**: Caudal Máximo día.

**HB**: Horas de Bombeo.

En el diseño de la línea de conducción por bombeo eléctrico se dispone, para transportar el caudal requerido aguas arriba, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseñara para la condición del consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario ( $CMD=1.5 \text{ CPD}+ Q \text{ pérdidas}$ ).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.
- c) La presión de estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m.

Para llevar a cabo el proyecto de la línea de conducción fue necesario realizar un recorrido exploratorio para estudiar los posibles trayectos de la línea de conducción

Sobre el trayecto de la línea de conducción, será necesario obtener un levantamiento topográfico en planimetría y altimetría, marcando las elevaciones del terreno natural en los puntos donde existan cambios en pendiente así como de trazos horizontal en la conducción.

La línea de conducción debe estar diseñada para soportar la presión estática más la sobrepresión por el golpe de ariete en el caso de cierre rápido de las válvulas.

#### **4.16.3. Selección de Diámetros.**

Pre dimensionamiento en base a la Formula de Bresse.<sup>22</sup>

$$D= 0.9 (Q)^{0.45}$$

---

<sup>22</sup> Normas Técnicas "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural" (NTON 09001 – 99). Ca7.2.2

**Donde:**

**D:** Diámetro (m)

**Q:** Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Se escogerá dos diámetros entorno al valor encontrado con la formula anterior.

Para garantizar que la presión de trabajo en las tuberías será inferior a la capacidad de diseño para tuberías y válvulas, lo cual permito trabajar con un solo diámetro de 1 ½ pulg, ya que es más practico ya que se obtuvieron valores aceptables de velocidades y presiones.

#### **4.16.4. Pérdidas por fricción.**

Se utilizará la fórmula de Hazen – Williams para el análisis hidráulico para conocer las pérdidas a lo largo del todo el sistema, utilizando el coeficiente de 150 para ductos de PVC.

$$h = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

**Donde:**

**h:** Pérdidas por fricción en energía (m)

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**C:** Coeficiente de rugosidad (a dimensional)

**D:** Diámetro interno de la tubería (m)

**L:** Longitud de las tuberías (m)

#### **4.16.5. Pérdidas locales en Accesorios.**

Para calcular las pérdidas de carga generada en los accesorios de la Sarta de bombeo y la entrada al tanque de almacenamiento se utilizara la siguiente formula.

$$h_l = K * \frac{V^2}{2G}$$

**Donde:**

**$h_L$** : Pérdida Local (m)

**K**: Coeficiente de Descarga para accesorio.

**V**: Velocidad en tubería de conducción (m/s)

**$g$** =9.8 m/s<sup>2</sup>

**Tabla 3.** Coeficiente de descarga para Accesorios en sarta.

Accesorio	K
Uniones maleables Dresser	0.6
Válvula de retención	2
Válvula de Aire y Vacío	2.5
Válvula de Alivio	2.5
Válvula de Compuerta	0.25
Medidor maestro	2.5
Manómetro	2.5
Codos de 45 grados	0.4

**Fuente:** Coeficientes de Perdidas en accesorios en Sarta.

#### 4.17. Golpe de Ariete.

En este trabajo se realizaran las condiciones técnicas necesarias para prevenir las condiciones del golpe de ariete.

Velocidad de la onda de presión del agua.

Se trabajara con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \left(\frac{K * D}{e}\right)}}$$

**Dónde:**

**a** : celeridad de la onda de presión (m/s)

**D** : diámetro interno del tubo en (mm)

**e** : espesor de la tubería (mm)

**K** : coeficiente que tiene en cuenta el módulo de elasticidad del material del tubo

Para tubos plásticos o de PVC, K : 18

Para Cierre rápido (Tiempo de Cierre  $T_c > 2 L / C$ ) la sobrepresión (en mca) se calcula con la fórmula:

$$\Delta H = \frac{V * a}{g}$$

**Dónde:**

**V:** Velocidad media del flujo en la tubería (m/s)

**g :** es la aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

#### **4.17.1. Velocidad**

El caudal Máximo día es de 0.43 lps o 0.00043 m<sup>3</sup>/s al final del periodo de diseño, el diámetro seleccionado de 1 ½ pulg , por la cual resulta una velocidad de 0.60 m/s, esta velocidad se conserva constante en toda la línea de conducción.

#### **4.18. Gradiente Hidráulico**

Esta expresada en metros y representa la altura de presión disponible correspondiente a cada punto o nodo del sistema. Para el diseño del sistema se tomó la cota de elevación del punto inicial donde se rehabilitará el pozo para las pérdidas acumuladas de cada punto, esto representa la línea de gradiente hidráulica en cada nodo.

#### **4.19. Presión Residual.**

Es uno de los aspectos de mayor importancia en el diseño de sistemas abastecimiento de agua potable, en nuestro país las normas nacionales limitan las presiones residuales entre 5 a 50 mca en la conducción. La presión de cada nodo se calculó tomando el gradiente hidráulico correspondiente menos su cota de elevación.

## **4.19. Tanque de Almacenamiento**

### **4.19.1. Capacidad**

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

#### **4.19.1.1 Volumen de Compensador**

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimara en 15% del consumo promedio diario.

#### **4.19.1.2. Volumen de Reserva**

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obra de captación, se estimara igual al 20% del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimara igual al 35% del consumo promedio diario.

### **4.19.2. Diseño de Tanque Sobre el Suelo**

El tanque será sobre el suelo con un mejoramiento de suelo cemento de 1:7 que deberá de tener una altura máxima de 2.35 metros, será de mampostería de piedra, con bordes de 0.90 metros y que estará cubierto con una losa de concreto con refuerzo #3, a separación 0.15 A/D, contara con V-C de 0.25 m \* 0.20 m y una acera 6.5 m a cada uno de los lados del tanque que 175 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 250 psi, el cual se encontrara a una elevación de 1174.45 m.

## **4.20. Diseño de la Red de Distribución**

El diseño Hidráulico de la red de distribución se realzo en el software de análisis y modelación Hidráulica EPANET.



#### **4.20.1. Tipo de Red**

Debido al grado de dispersión que presentan las viviendas en la comunidad de la Hermita de Saraguasca se optó por asignar una red del tipo abierta la cual se adapta muy bien a la necesidad.

Se trabajó con un total de 9 tramos y 9 nodos distribuidos a todo lo largo y ancho de la comunidad, con el objetivo de abastecer a todas las viviendas.

#### **4.20.2. Demandas Nodales**

Las demandas nodales se calcularon en dependencia de la calidad de viviendas que va abastecer dicho tramo, en el cual se consideraron datos como el hacinamiento actual de personas en cada casa, la dotación, la tasa de crecimiento adoptada y el factor de consumo; el caudal total debe ser igual al consumo promedio horario calculado. Ver Anexos A4. Distribución de Caudales en la Red de Distribución

#### **4.20.3 Introducción y Procesamiento de datos**

Los datos que se introdujeron para efectuar el análisis son los siguientes:

- En los nodos: Cota de Elevación y Demanda Nodal.
- En los tramos: Diámetro, longitud, Coeficiente de Rugosidad.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se puede proponer otros diámetros y así sucesivamente hasta obtener resultados aceptables.

En el análisis de la red de distribución presenta velocidades aceptables en los tramos aun con diámetros bien pequeños pero garantiza un buen funcionamiento del todo el sistema.

#### **4.20.4. Consideraciones de Diseño**

Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodos de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD + \text{pérdidas}$ ).

- a) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- b) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y las obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
- c) Para el análisis de la red deberán considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis pueden efectuarse de dos maneras.

#### **4.21. Análisis Hidráulico**

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocaran problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

##### **4.21.1. Selección de la clase de tubería a emplear.**

La selección de la clase de la tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía.

**Tabla 4.** Clases de Tubería y Presiones de Trabajo para Tubería de PVC

SDR	Presiona de Trabajo		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(psi)	(m.c.a)
11	28	400	280
13.5	22.4	320	224
17	17.5	250	175
26	11.2	160	112
32.5	8.8	125	88
41	7	100	70
50	5.6	80	56

**Fuente:** Presiones de Trabajo para Tuberías PVC.

Mediante los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de panta de perfil, longitudinal de la línea de conducción, naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. Permitirá determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente.

#### **4.21.2. Diámetros**

Para la determinación de los diámetros habrá que tomas en cuenta las diferentes alternativas bajo el puto de vista económico.

Determinadas las clases de tubería y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones de que obliguen a la utilización de dispositivos como reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea por efectos de diseño.

En toda la longitud de la línea de conducción o en tramos, será la selección de diámetros más convenientes para aprovechar al máximo el desnivel.

#### **4.22. Tratamiento**

En el caso de acueductos rurales se utiliza para desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuara mediante el hipoclorador de carga constante o bien con una bomba dosificadora.

#### 4.22.1. Cloración.

Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que se va a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

#### 4.22.2. Volumen de Dosificador.

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de Cloro que se agrega al agua<sup>23</sup>, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer<sup>24</sup>

$$A = \frac{B * Q}{C * 10}$$

**Donde:**

**A:** Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

**B:** Dotación de Cloro igual a 1.5 mg/lit

**Q:** Consumo máximo diario para cada año comprendido entre el período de diseño (CMD) en litros/minutos

**C:** Concentración de la solución (1 %)

Con los datos obtenidos para un volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año. Como máximo se calculará para un mes, pero se deben preparar cada semana para evitar que el cloro pierda su capacidad desinfectante (se vence).

$$V_{\text{dia}} = \text{Volumen Dosificador} \times \frac{1440 \text{ min}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{lt}}{1000 \text{ ml}}$$

Como en el mercado Nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de

---

<sup>23</sup> Dotación de Cloro

<sup>24</sup> Concentración al 1%

solución al 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración que es la que permite calcular la dosificación del aparato clorinador. Se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{12\%} * C_{12\%} = V_{1\%} * C_{1\%}$$

**Donde:**

**V<sub>12%</sub>** : Volumen de la solución al 12% (ml)

**V<sub>1%</sub>** : Volumen de la solución al 1% (ml)

**C<sub>12%</sub>**: Concentración de la solución al 12%

**C<sub>1%</sub>** : Concentración de la solución al 1%

Despejando V<sub>12%</sub> que el volumen requerido:

$$V_{12\%} = \frac{V_{1\%} * C_{1\%}}{C_{12\%}} = V_{1\%} * \frac{1}{12}$$

Para determinar la cantidad de dosificador de cloro, se emplea las ecuaciones antes descritas. Donde se calcularan en base del consumo máximo día (CMD) por cada año.

#### **4.23. Estimación de Costos y Presupuesto del Proyecto**

Mediante el presupuesto se dedujo la rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Se realizó un análisis detallado de la información contenida en los planos y levantamiento topográfico, tratando de no descartar ningún detalle. Se calculó el costo respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas en proyecto.

#### **4.24. Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A) <sup>25</sup>**

El estudio de impacto Ambiental es un conjunto de actividades técnicas y científicas destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales de un proyecto y sus alternativas, presentando en forma de informes

---

<sup>25</sup> La GACETA- Diario Oficial –Cap. 1-Artículo 4-Inciso 9

técnicos y realizando según los criterios establecidos por las normas vigentes, cuya elaboración, con el objetivo concreto de identificar, predecir y prevenir los impactos al medio ambiente.

Donde se pretende conocer los resultados y conclusiones del estudio Ambiental, traduciendo la información y datos técnicos en un lenguaje claro y fácil de comprensión.

#### **4.24.1. Análisis Ambiental.<sup>26</sup>**

El Análisis Ambiental es un instrumento para utilizarse en la fase de factibilidad del proyecto y permite identificar y valorar la situación ambiental del medio con proyecto o sin proyecto, así como incorporar las medidas de mitigación y de respuestas ante desastres.

El análisis se encuentra dentro de los criterios de elegibilidad de los proyectos.

Para realizar el Análisis Ambiental será necesario contar con la siguiente información:

- Conocimiento del sitio y el área de influencia del proyecto
- Resultados de la evaluación de emplazamiento
- Requisitos Básicos Ambientales del proyecto
- Auto diagnóstico comunitario

#### **4.24.2. Procedimiento**

Una vez recopilada la información se debe resumir la información por factores ambientales, asociándolos en el modelo de la “Matriz causas a efectos” que se utiliza para identificar y valorar la calidad ambiental del medio sin considerar el proyecto.

---

<sup>26</sup>La GACETA- Diario Oficial –Cap. 1-Artículo 4-Inciso 15

#### **4.24.2.1. Alteraciones Ambientales.**

- **Causas.**

Se presenta las causas y se enumeran para cada factor ambiental donde las principales acciones humanas están actuando de forma negativa en la calidad del sitio.

- **Efectos.**

Se muestran los efectos relacionados a las consecuencias que se observan sobre el medio ambiente.

Si no existirá deterioro de la calidad ambiental de un factor no será necesario llenar la los espacios de Cusas y Efecto. Así mismo, si no se observan causas, debe hacer Efectos, y tampoco debe existir Efectos sin causas.

#### **4.24.3. Metodología en el Análisis Ambiental.**

- Análisis de la calidad ambiental del sitio sin considerar el proyecto, haciendo valoraciones causas y efectos.
- Evaluación de los Impactos ambientales que generan el proyecto, considerando para esto las acciones impactantes y efectos sobre los factores ambientales de cada sitio del proyecto.
- Identificar las actividades que puedan generar impactos negativos o positivos al medio ambiente.
- Realización de un programa de mitigación de los impactos negativos generados por el proyecto, haciendo referencia a las acciones impactantes, los efectos, las medidas más idóneas.

Una vez definidos los componentes ambientales y actividades, se elaboraron las matrices para la identificación y valoración de los impactos ambientales.

#### **4.24.4. Aspectos Ambientales.**

Los Proyectos de Agua Potables deberán ajustarse a los criterios de diseño y normativas ambientales establecidas en los documentos de MARENA, INAA Y FISE.

Todo proyecto relacionado con la actividad Agua Potable, debe cumplir con las normas legales establecidas para la evaluación de la posible afectación de dicho proyecto al medio ambiente.

Los principales elementos a tomar en cuenta son:

- El medio ambiente físico (caracterización climática, geología, caracterización, recursos hídricos, superficial, calidad, usos).
- Atmósfera, variables atmosféricas y estudio local de calidad del aire.
- Medio biológico (ecosistemas naturales),
- Medio ambiente socioeconómico y de infraestructura (caracterización poblacional, densidad de la población, usos y ocupación del suelo. Infraestructura de servicios, relación sociedad/ recursos ambientales).

#### **4.24.5. Categoría**

Los proyectos de Inversión de sistemas de inversión pública están sujetos a los procedimientos ambientales de la ley y que por su influencia ambiental durante el ciclo de vida que son instrumento ambientales que influyen: Evaluación de desplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo.

#### **4.24.6. Evaluación de Desplazamiento.**

La evaluación del sitio se realizó mediante el llenado de cuatros (4) histogramas estadísticos.

En los cuales se abordan tres componentes con sus diversas variables:

- ✓ Evaluación geológica
- ✓ Evaluación ecosistema
- ✓ Evaluación hidrología y cambio climático
- ✓ Evaluación social
- ✓ Evaluación medio constructiva



Para cada componente se evaluó valorando todas las variables que los integran para ello se contó con la información de las características ambientales de territorio donde se ejecutara el proyecto, se llenó una matriz de los valores obtenidos presentados en las Tablas 14,15,16,17 y 18.

**Donde:**

La columna **P** corresponde al peso o importancia del problema. De esta manera, las situaciones se clasifican en:

**3:** Mayor Peso (cuando  $E=1$ )

**2:** Mediano Peso (cuando  $E=2$ )

**1:** Poco Peso (cuando  $E=3$ ).

La columna **E** es la escala que indica el factor de riesgo:

1. Situación no permisible porque genera grandes peligros o impactos ambientales
2. Situación permisible, pero suele necesitar medidas de mitigación o de prevención
3. Es considerada como la situación optima

La columna **F** se refiere a la frecuencia, o sea la cantidad de veces que en el histograma se obtiene la misma evaluación o escala.

En la columna Escala x Peso x Frecuencia ( $E \times P \times F$ ), se multiplican los tres valores, o sea la escala, la evaluación por el peso y la importancia por la frecuencia.

Mientras que en la columna Peso x Frecuencia ( $P \times F$ ) se multiplican sólo los valores del Peso y la importancia por la Frecuencia.

Posteriormente se suman los valores totales de la columna  $ExPxF$  y los valores de la columna  $PxF$  y se depositan en la fila que dice SUMA.

El valor total alcanzado para cada componente se obtendrá mediante el resultado de la ecuación:

$$\text{Valor total} = \frac{\sum E * P * F}{\sum P * \sum F}$$

Este valor se aproximará a un entero y un decimal y de esta forma el valor obtenido se enmarca en un rango que puede ser: 1–1.5, 1.6 – 2.0, 2.1– 2.5 y > 2.5

#### **4.24.7. Evaluación del Desplazamiento significado.**

Este valor se aproximará a un entero y un decimal. La significancia de los impactos se valora de acuerdo a los siguientes criterios numéricos:

##### **1. Valores entre 1 y 1.5:**

Significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy peligroso, con alto componente de riesgo a desastres y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas que utilizarán el servicio. Por lo que el FISE recomienda no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomienda la selección de otro lugar.

##### **2. Valores entre 1.6 y 2.0:**

Significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que utilizan el sitio. Por lo que el FISE sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización.

##### **3. Valores entre 2.1 y 2.5:**

Significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible.

#### **4. Valores superiores a 2.6:**

Significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que el FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión.

#### **4.25.8. Valoración de la calidad Ambiental.**

Una vez identificado los factores Ambientales, con las causas del deterioro y sus correspondiendo efectos, se procede a la valoración de cada efecto asignado los valores, según los criterios que se muestran en el siguiente cuadro:

**Tabla 5.** Valoración de Calidad Ambiental.

<b>Calidad Ambiental.</b>			
<b>Criterios</b>	<b>Valor = 3</b>	<b>Valor = 2</b>	<b>Valor =1</b>
Intensidad de los problemas ambientales observados en el sitio para cada factor	Baja o no existen problemas	Media	Alta

**Fuente:** Elaboración Propia.



# **Capitulo V.**

## **Análisis y Presentación de Resultados.**



## CAPITULO V. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

### 5.1. Conceptualización del Proyecto

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua en la comunidad la Hermita de Saraguasca se propone la construcción del sistema **FUENTE-TANQUE –RED**.

### 5.2. Proyección de Población.

#### 5.2.1. Calculo de tasa de Crecimiento

Para la determinación de la población esperada durante el periodo de diseño, al no existir base de datos o registros, se recurrió a comprar los crecimientos de la Republica, Departamento y Municipio a los cuales pertenecen las comunidades. Este resumen se presenta a comunicación:

**Tabla: 6.** Censos Poblacional Jinotega.

Departamento de Jinotega	Censo 1995 244,022	Censo 2005 331,335	Tasa de Crecimiento 3.1%
URBANO	46,019	71,000	3.1
RURAL	198,003	260,335	2.5
Municipio de Jinotega			
Población Total	77,222	99,382	2.5

**Fuente:** INDE resultados del VII censo poblacional y IV de vivienda 2005.

Aclarando que al no existir datos antecedentes confiables de la población, especialmente de la década pasada, que permitan inferir las tendencias futuras de crecimiento de esta comunidad, se han tomado en consideración en la proyección de población las siguientes premisas:

La tasa de crecimiento de crecimiento nacional según el Instituto Nacional de información de Desarrollo (**INIDE**), asciende al 3.1%.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Caracterización Sociodemográfica de Jinotega a partir de los resultados de VII censo poblacional y IV de vivienda 2005

Según los censos de INIDE, la tasa de crecimiento urbana del departamento de Jinotega es de 3.1% y la rural de 2.5%. La del municipio de Jinotega para el mismo periodo, la tasa de crecimiento es de 2.5%.

Las Normas técnicas de INAA<sup>28</sup> recomiendan que los proyectos se formulen con tasas de crecimiento poblacional entre 2.5% y el 4%, debiéndose justificar cuando se adopte una tasa de que se encuentra fuera de ese rango.

De todas las consideraciones expresadas, se ha determinado que la tasa de crecimiento a utilizarse es del 3.0% anual, un poco por debajo de la estimada a nivel nacional.

### **5.3. Cálculo de Población.**

Para obtener la población de diseño de la comunidad de la Hermita de Saraguasca se Utilizó el método de Proyección Geométrico. (Ver tabla 7)

Durante la investigación realizada se logró comprobar el índice de crecimiento poblacional, con los datos obtenidos por medio de censo poblacional realizado por el instituto Nacional de información de Desarrollo (INIDE) en 2005 que un crecimiento poblacional para el municipio de Jinotega del 3%, el censo realizado en la comunidad de la Hermita de Saraguasca se tomó en cuenta las consideraciones siguientes:

- ✓ La proyección de la población hasta el año 2036, con una tasa de crecimiento del 3% estaría adecuada dentro el margen de seguridad.
- ✓ La cantidad de 161 habitantes a beneficiar con agua potable se obtuvo del censo realizado en la comunidad y que esta actividad conto con la ayuda de los líderes comunitarios y mediante visitas realizadas a hogares a beneficiarse.

---

<sup>28</sup> Normas Técnicas, Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09001-99), Página: 2-1.

- ✓ Se estimó que algunos habitantes de la comunidad de la Hermita emigran temporalmente a otros municipios para la época de corte de café presente en el departamento de Jinotega.

#### **5.4. Proyección de consumo.**

Para calcular el consumo de la población se basa en los datos recopilados con anterioridad en cuanto al crecimiento poblacional proyectado y la dotación estipulada en las normas de Acueductos Rurales del país, esta dotación se incrementará por un factor estimado de pérdidas y desperdicio de agua en el sistema, de acuerdo a los niveles de servicio de los proyectos de abastecimiento de agua potable rural, determinando así el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto.

- ✓ La dotación de la población de acuerdo con las normas del INAA para sistemas de agua potable rural (NTON 09001-99), con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias, es de 50-60 lppd (13.21- 15.85 galones por persona diario).
- ✓ Para nuestro análisis la dotación estimada será de 20 galones por persona diario.
- ✓ El porcentaje de pérdidas en concepto de fugas y desperdicios, será del 20%.

#### **5.5. Caudales de Diseño.**

El caudal de diseño de la línea de conducción para el último día del periodo de diseño del proyecto es de 9,887 gal/día o 0.43 l/s.

$$\text{CMD: } (1.5 \times 5,816 \text{ gal/día}) + 1,163 \text{ gal/día} = 9,887 \text{ gal/día.}$$

Igualmente el caudal de diseño de la red de distribución para el último día del periodo de diseño del proyecto es 15,703 gal/día o 0.69 l/s.

CMH=  $(2.5 \times 5,816 \text{ gal/día}) + 1,163 \text{ gal/día} = 15,703 \text{ gal/día}$ . (Ver Tabla 7 de consumo)

### **5.6. Población servida**

De las 161 viviendas edificadas en la comunidad que existen actualmente en la comunidad se beneficiara el 100% (incluyendo: las de servicio social (Escuela, iglesia, etc.). Ver Anexos A10. Listado de Viviendas a Beneficiada con el Proyecto.



**Tabla 7.** Proyección de Población y Consumo para la Comunidad de la Hermita de Saraguasca, Municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CONSUMO DE LA COMUNIDAD DE LA HERMITA DE SARAGUASCA DE MUNICIPIO DE JINOTEGA DEL DEPARTAMENTO DE JINOTEGA.														
n	AÑO	n	Po	(1+r)n	Proyección de Población Total	Consumo Promedio Diario (CPD)			Consumo Máximo Día (CMD)*1.5		Consumo Máxima Hora (CMH)*2.5		ALMACENAMIENTO	
						CPD: Conexión Domiciliar (GI/día)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (GI/día)	CPD (LPS)	GI/día	LPS	GI/día	LPS	Galones	M³
0	2016	0	161	1	161	3,220	644	0.14	5,474	0.24	8,694.00	0.38	1,127	4.3
1	2017	1	161	1.03	166	3,317	663	0.15	5,638	0.25	8,954.82	0.39	1,161	4.4
2	2018	1	166	1.03	171	3,416	683	0.15	5,807	0.25	9,223.46	0.40	1,196	4.5
3	2019	1	171	1.03	176	3,519	704	0.15	5,982	0.26	9,500.17	0.42	1,232	4.7
4	2020	1	176	1.03	181	3,624	725	0.16	6,161	0.27	9,785.17	0.43	1,268	4.8
5	2021	1	181	1.03	187	3,733	747	0.16	6,346	0.28	10,078.73	0.44	1,307	4.9
6	2022	1	187	1.03	192	3,845	769	0.17	6,536	0.29	10,381.09	0.45	1,346	5.1
7	2023	1	192	1.03	198	3,960	792	0.17	6,732	0.29	10,692.52	0.47	1,386	5.2
8	2024	1	198	1.03	204	4,079	816	0.18	6,934	0.30	11,013.30	0.48	1,428	5.4
9	2025	1	204	1.03	210	4,201	840	0.18	7,142	0.31	11,343.70	0.50	1,470	5.6
10	2026	1	210	1.03	216	4,327	865	0.19	7,357	0.32	11,684.01	0.51	1,515	5.7
11	2027	1	216	1.03	223	4,457	891	0.20	7,577	0.33	12,034.53	0.53	1,560	5.9
12	2028	1	223	1.03	230	4,591	918	0.20	7,805	0.34	12,395.57	0.54	1,607	6.1
13	2029	1	230	1.03	236	4,729	946	0.21	8,039	0.35	12,767.43	0.56	1,655	6.3
14	2030	1	236	1.03	244	4,871	974	0.21	8,280	0.36	13,150.46	0.58	1,705	6.5
15	2031	1	244	1.03	251	5,017	1,003	0.22	8,528	0.37	13,544.97	0.59	1,756	6.6
16	2032	1	251	1.03	258	5,167	1,033	0.23	8,784	0.38	13,951.32	0.61	1,809	6.8
17	2033	1	258	1.03	266	5,322	1,064	0.23	9,048	0.40	14,369.86	0.63	1,863	7.1
18	2034	1	266	1.03	274	5,482	1,096	0.24	9,319	0.41	14,800.95	0.65	1,919	7.3
19	2035	1	274	1.03	282	5,646	1,129	0.25	9,599	0.42	15,244.98	0.67	1,976	7.5
20	2036	1	282	1.03	291	5,816	1,163	0.25	9,887	0.43	15,702.33	0.69	2,035	8

Fuente: Elaboración Propia.

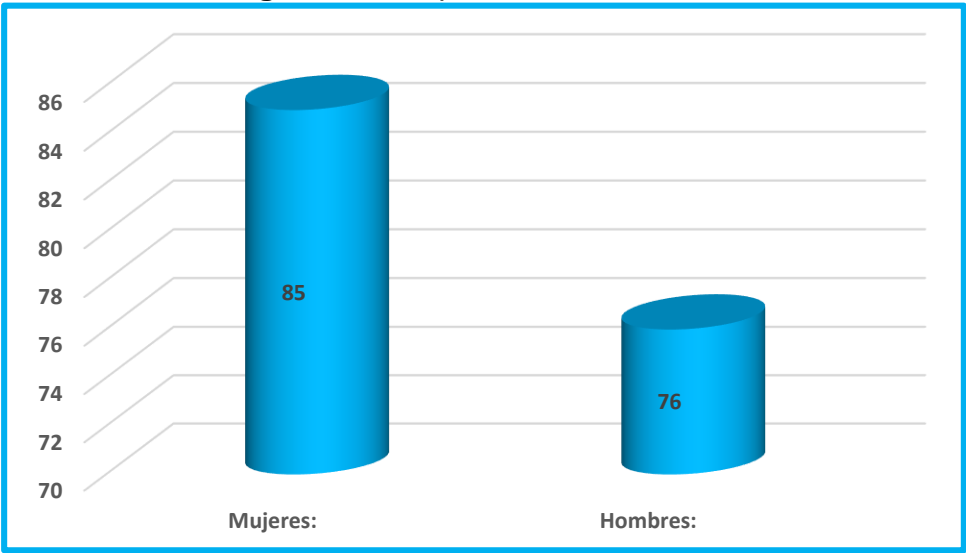
5.7. Estudio socioeconómico de la comunidad

5.7.1. Censo Poblacional

La comunidad de la Hermita de Saraguasca se encuentra en el sector de semi-seco del municipio de Jinotega con el objetivo de conocer la población actual y la situación socioeconómica de la comunidad se realizó una encuesta en cada hogar de la comunidad, los días 25 y 26 del mes de noviembre del 2015 . Ver Anexo A9. Modelo de Encuesta Socioeconómica Realizada.

Hermita de Saraguasca.

Figura 6. Composición Poblacional.



Fuente: Encuesta Socioeconómica

En la comunidad viven 161 habitantes destruidos en 31 familias, el 53% de la población es del sexo Femenino y el 47% es del sexo Masculino.

Tabla 8. Presentación de Resultados según Encuesta.

Descripción	Cantidad
Viviendas Encuestadas	31
Población Actual Según el Censo	161

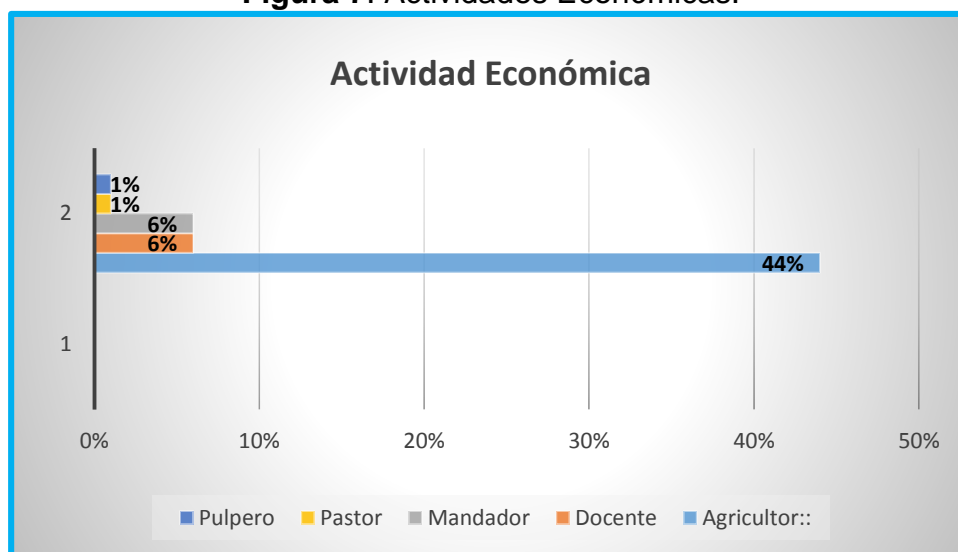
Fuente: Encuesta socioeconómica.

En resumen la población de la Hermita de Saraguasca es de 161 habitantes, con un promedio 5.19 habitantes por vivienda.

### 5.7.2. Perfil Socioeconómico

La población de la comunidad de la Hermita de Saraguasca se dedica a la agricultura sembrando granos básicos en las dos épocas del año, además cabe de mencionar que algunos se dedican como a la crianza de animales (gallinas y cerdos) en sus propiedades, esto se pudo constatar en encuestas realizadas observándose en los siguientes gráficos, que la mayor parte de los jefes de familia se dedican a trabajar en la agricultura en terrenos grandes de la comunidad , Como se sabe esta comunidad cuenta con un clima seco donde este es aprovechado por los habitantes para la ganadería en algunas viviendas.

**Figura 7. Actividades Económicas.**

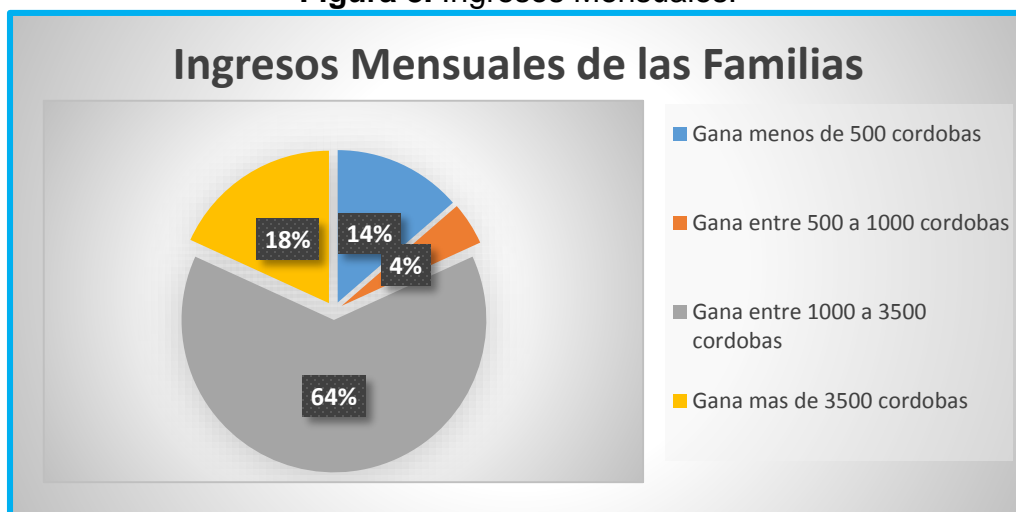


**Fuente:** Encuesta socioeconómica.

### 5.7.3. Ingresos

En la Hermita de Saraguasca el ingreso económico de las familias es de 64% que está entre 1000 y 3500 córdobas, 18% gana más de 3500 córdobas, el 14% ganas menos 500 1000 córdobas y el 4% gana entre 500 a 1000 córdobas como se observa en el grafico teniendo un salario promedio de C\$ 2,958.

**Figura 8.** Ingresos Mensuales.

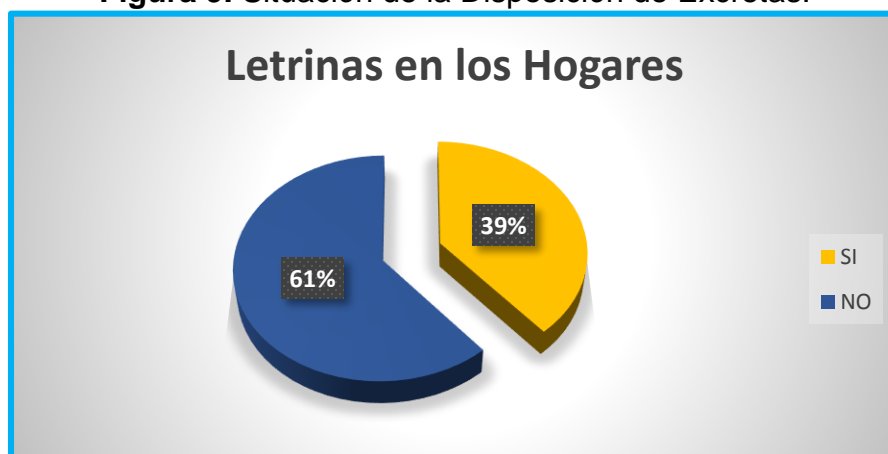


**Fuente:** Encuesta socioeconómica.

#### **5.7.4. Situación de la disposición de excretas**

La mayoría de las familias no cuentan con letrinas, donde estas hacen sus necesidades al aire libre según encuesta realizada a 19 viviendas siendo el 61% de la población y una minoría de 39% de las 12 viviendas que tienen pero que estas se encuentran en mal estado, donde el 67% son aboneras, el 25% son Fosa Tradicional y el 8% son de tanque Séptico según las 31 encuestas realizadas en la comunidad.

**Figura 9.** Situación de la Disposición de Excretas.



**Fuente:** Encuesta socioeconómica.

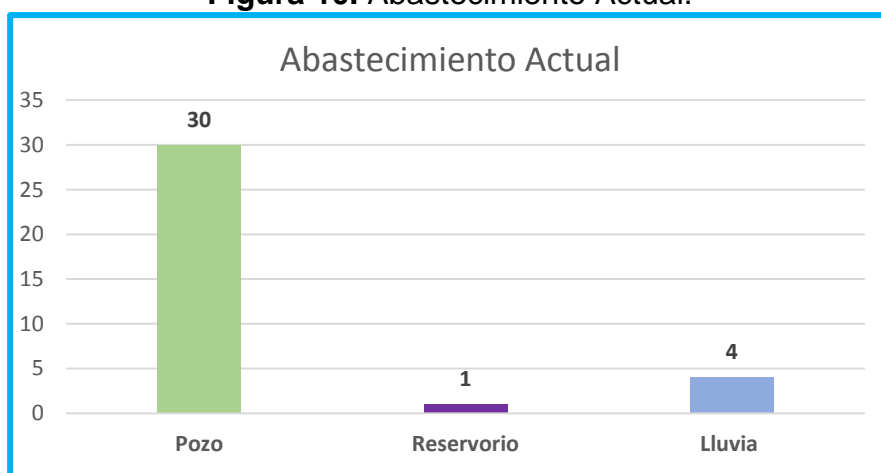
### 5.7.5. Higiene.

Con las encuestas realizadas en la comunidad se pudo obtener información sobre hábitos de higiene que se practican, encontrándose que la mayoría de las viviendas deposita la basura en al fondo de sus patios y que una minoría de estas quema su basura, el 100% de su población no cuenta con depósitos de agua grises estas son depositadas en patios dejadas al aire libre, donde se observó que la mayoría de las viviendas no poseen baño , en cuanto al consumo de agua, la población almacena una pequeña cantidad que obtienen en sus cocinas para su uso y que esta es de mala calidad y que carece de tratamiento.

### 5.7.6. Situación actual de Abastecimiento de la Hermita de Saraguasca

En la actualidad la comunidad se abastece en su mayoría de un solo pozo siendo 30 familias las que consumen agua de esta fuente no obstante de estas familias existen 4 que almacenan agua de lluvia para la época de verano y sola 1 que se abastecen de un reservorio de agua.

**Figura 10.** Abastecimiento Actual.



**Fuente:** Encuesta socioeconómica.

Se hizo necesario realizar este estudio para darle respuesta a aun sin número de familias, por motivo de que no cuentan con un sistema de agua potable eficiente, por lo que fue necesario hacer un estudio físico-químico , social y además hacer un levantamiento topográfico para un diseño que estuviera apegado a la realidad y

así brindarle un mejor servicio a la comunidad como la que es la tubería principal donde esta se ubica en la vía pública a un metro de profundidad, en el cual esta tendrá conexiones domiciliarias a cada una de las viviendas, para así brindar un servicio eficiente.

Los sistemas de agua potable se diseñan para un periodo de diseño de 20 años ya que cada 20 años es necesario hacer estudios sociales, para ver si está acorde con al diseño del sistema que se realiza en las comunidad y realizar aforo en las fuente para ver si cuenta con agua suficiente para satisfacer la demanda de la población a servir.

Conforme a la observación del Pozo que se abastece actualmente la comunidad se puede afirmar que la calidad de las aguas que consumen es de muy mala calidad ya que esta tiene mal olor, sabor y color donde además de caminar ciertas distancias para obtener el vital líquido para satisfacer sus necesidad se hace muy difícil el traslado de este. La nueva Fuente de abastecimiento que se implementara en la comunidad la explotación de pozo ya perforado donde este cumple con los requisitos de consumo donde será instado un sistema de cloración tipo hipoclorito para así brindar agua de en claridad, calidad y accesibilidad.

## **5.8. Fuente de abastecimiento.**

### **5.8.1. Características de la Fuente.**

La fuente de abastecimiento para este proyecto es un Pozo ya Perforado que será explotado por medio de Bombeo Eléctrico.

El pozo perforado las Pilas está definida como la fuente principal de abastecimiento de agua del proyecto de la Hermita de Saraguasca tiene suficiente caudal para satisfacer la demanda de consumo, donde este se ubica en el sector de las pilas, en un lote de 15 x 20 m, donando por el señor Carlos Gadea, y que este cuenta con una caseta y acceso a energía eléctrica donde sus coordenadas son N:13,137889; O: 86.049441, donde se ha considerado dar respuesta a la demanda de agua planteada por las familias que habitan en la comunidad antes mencionada. El caudal es de 20 gpm y la demanda máxima diaria proyectada para 20 años de la comunidad incluyendo las pérdidas y variaciones de consumo equivalentes a 9,887 gpd o 6.87 gpm , según la Tabla No 7

### **5.8.2. Determinación de la capacidad de la fuente**

El 27/01/2016 la ONG Asociación de Voluntarios para el Desarrollo Comunitario (AVODEC) realizo una aforo de la fuente la lomas, donde este dio un valor de 20 galones por minuto<sup>29</sup>. La Alcaldía de Jinotega en el año 28/11/1994 realizaron un aforo en esa misma fuente obtenido un caudal de 50 gpm ya que este se realizó en la época de invierno<sup>30</sup>.Ver Anexo A3. Perfil Geológico del Pozo.

### **5.8.3 Perfil Geológico del Pozo.**

Según AVODEC y la Alcaldía Municipal de Jinotega el dato de la fuente, el caudal según registros es similar desde que se construyó hace 22 años.

---

<sup>29</sup> Asociación de Voluntarios para el desarrollo Comunitario. (AVODEC).

<sup>30</sup> Alcaldía Municipal de Jinotega, Dirección de Acueductos Rurales, Registro de Pozos

**Figura 11.** Estado Actual del Pozo ya Perforado Las Lomas.



**Fuente:** Propia.

#### **5.8.4. Análisis de la calidad de agua de la fuente de las Lomas**

Con relación a su calidad los análisis practicados indican lo siguiente:

##### **5.8.4.1. Análisis Bacteriológico**

Según una contaminación clasificada por el Laboratorio del PIENSA (Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicio Ambientales) de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI. No reporta Coliformes Fecales totales NM/100 ml, este resultado los indica que la fuente no se encuentra contaminada actualmente con coliformes fecales y que para una fuente sea utilizada como abastecimiento de agua potable no debe tener presencia de contaminación producto de heces fecales, sin embargo, tendrá un clorinador sobre el tanque por motivos de recomendación para una buena cloración. Ver Anexo A2. Análisis Bacteriológico de la fuente. Se muestra el documento extendido por PIENSA (Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales)



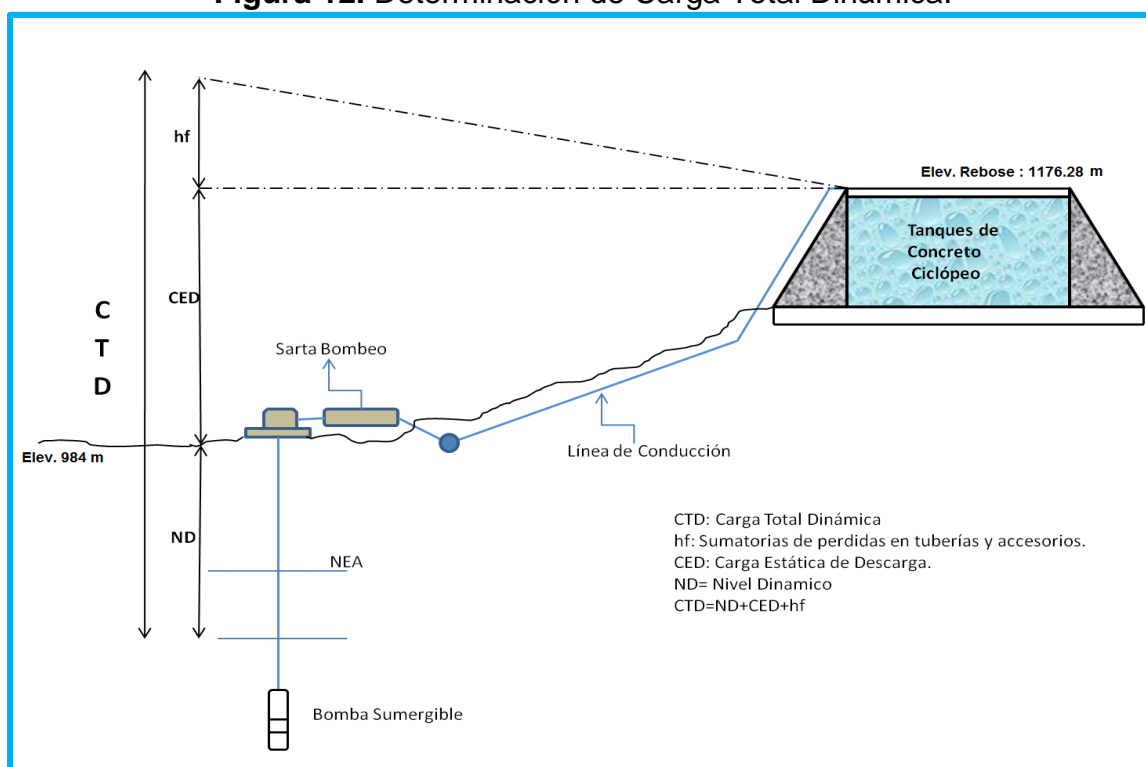
#### 5.8.4.2. Análisis Físico Químico

Los resultados de los 20 parámetros analizados muestran que ninguno está por encima del valor máximo admisible, conforme las normas de calidad para aguas de consumo humano (INAA; OMS Y CAPRE). Ver Anexos A1. Análisis Físico químico de la fuente de Agua. Se muestra el documento extendido por PIENSA (Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales).

### 5.9. Determinación de las características del Equipo de Bombeo.

#### 5.9.1. Calculo de carga total Dinámica.

**Figura 12.** Determinación de Carga Total Dinámica.



**Fuente:** Elaboración Propia.

Según la Asociación de Voluntarios para el Desarrollo Comunitario (AVODEC) en las pruebas del pozo perforado y el diseño mismo, se expresó el caudal máximo día de 0.43 l/s y el cálculo de Caudal de Diseño para conocer la capacidad de la Bomba dio 0.860 l/s equivalentes a (**0.00086** m<sup>3</sup>/s) para un tiempo de Bombeo máximo de 12 horas, para el periodo de diseño escogido.

### **Datos Generales para selección de equipo de Bombeo**

1. Horas de Bombeo	12 Horas
2. Caudal de Diseño	0.00086 m <sup>3</sup> /s
3. Nivel Estático del Agua	8 m
4. Nivel Dinámico del Agua	14 m
5. Sumergencia de la Bomba	10 m
6. Longitud de Columna de Bombeo	38 m
7. Elevación del tanque de Almacenamiento	1 176 m
8. Elevación del Terreno del Pozo	984 m

#### **5.9.1.2. Cálculos pérdidas locales en la sarta de bombeo.**

Para calcular las pérdidas ocasionadas por los accesorios de la sarta de bombeo se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{v^2}{2 * G} = \frac{\left( \frac{0.00086 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi}{4} * (0.05m)^2} \right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0098m$$

**Tabla No 9. Pérdidas de Accesorios.**

Cantidad	Accesorio	K	Hf
2	Uniones maleables	0.6	0.011 m
1	Válvula de retención	2	0.019 m
1	Válvula de Alivio	2.5	0.024 m
2	Válvula de Compuerta	0.25	0.009 m
1	Medidor maestro	2.5	0.024 m
1	Manómetro	2.5	0.024 m
2	Codos de 45 grados	0.4	0.007 m
1	Válvula de Aire	2.5	0.024 m
<b>Σ Hf</b>			<b>0.142 m</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **5.9.1.3. Clase y Coeficiente de capacidad hidráulica (C)**

Para la tubería de conducción se ha considerado de PVC, con un coeficiente de rugosidad de 150, para tuberías de PVC. (Ver Tabla 2)

#### 5.9.1.4. Selección de diámetro

$$D = 0.9 (0.00086 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 0.0375 \text{ m} \approx 37.5 \text{ mm} \approx 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

Se utilizara un diámetro de 1½ por ser el más eficiente para la línea de conducción.

#### 5.9.1.5. Cálculos pérdidas por fricción en línea de conducción.

Para calcular las pérdidas en línea de conducción se va usar el diámetro de 1½ pulgadas (38 mm) PVC SDR-26 que se escogió con anterioridad, que tienen un coeficiente de Hazen Williams de 150, esta tiene una longitud de 2100 m, transportara el caudal de diseño de 0.00086 m³/s.

$$h_f = \frac{10.674 * (0.00086 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}}{(150)^{1.85} * (0.03\text{m})^{4.87}} * 2100\text{m} = 37.16 \text{ m}$$

#### 5.9.1.6. Calculo de pérdidas en la columna de Bomba

La pérdida en la columna de bombeo va a ser igual al 5 % de los 38 m de su longitud.

$$5 \% * 38 \text{ m} = 1.9 \text{ m}$$

#### 5.9.1.7. Sumatorias de Pérdidas

$$\sum h_f = 0.142 \text{ m} + 37.16 \text{ m} + 1.9 \text{ m} = 39.20 \text{ m}$$

#### 5.9.1.8. Carga Total Dinámica

$$CTD = 14 \text{ m} + 39.20 \text{ m} + 37.9 \text{ m} = 91.1 \text{ m}$$

#### 5.9.1.9. Cálculo de Potencia de acoplamiento de Bomba-Motor.

La bomba escogida debe ser capaz de llevar el agua que tiene un peso específico de 1000 kg/m³ hasta el tanque de almacenamiento el caudal de máximo día en 12

horas de bombeo es de 0.00086 m<sup>3</sup>/s, para encontrar la potencia del equipo la eficiencia asumida de la bomba y el motor van ser del 60%.

$$Pot = \frac{1000 \text{ Kg/m}^3 * 0.00086 \text{ m}^3/\text{seg} * 90.91 \text{ m}}{75 * 60 \%} = 1.87 \text{ hp}$$

La Bomba comercial escogida es de 2 hp, para esta potencia se una energía 1/60/110.

#### **5.9.1.10. Potencia de Motor**

$$PM=1.15*1.87= 2.15$$

#### **5.10. Línea de conducción.**

El diámetro de la línea de conducción está diseñada para trasportar el flujo desde la fuente de abastecimiento desde el pozo perforado al Tanque de Almacenamiento posteriormente que este abastecerá a cada familia de la comunidad mediante la línea de distribución que será por gravedad.

La línea de conducción trasportara el caudal de máximo día durante los 20 años del periodo de diseño del sistema para 12 horas de bombeo máximo dando un Caudal de Diseño de 0.00086 m<sup>3</sup>/s.

Con el objetivo de conocer el mejor diámetro, que económicamente y técnicamente sea el más óptimo se realizó comparaciones entre diferentes diámetros y el diámetro de 1 ½ es el más óptimo según la fórmula de Selección de Diámetros es el más eficiente para el sistema.

#### **5.10.1. Pérdidas Totales**

Para calcular la carga total dinámica es necesario conocer las pérdidas totales que la suma de las pérdidas, en la columna de bombeo, sarta y línea de conducción según el análisis ya antes realizado.

### **5.10.2. Presiones Máximas y Mínimas.**

Según las normas establecidas, la línea de conducción debe analizarse para la demanda máxima diario CMD al final de su periodo de diseño, la línea se analizó para un caudal 9,887 gpd según la Tabla No 7. La topografía en la zona donde se trasladara el caudal es irregular lo que los produce una serie de variaciones en la línea de conducción.

### **5.11. Sobre presión por golpe de Ariete.**

#### **5.11.1. Consideración General**

Para cumplir con su objetivo de la línea de conducción se diseñan y se opera para un régimen de flujo permanente, sin embargo en la operación son inevitables régimen de transición de un flujo permanente a otro. Al menos una vez en el inicio de su operación, la línea de conducción necesita ser llenada de agua; en la ocasiones tiene que ser vaciada y llenada de nuevo. Cada arranque o para de bombas o cada apertura y cierre de válvulas en la conducción generan un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión a cada punto de la línea.

La línea se analizó para los efectos de sobre presión que ocasiona el cierre de una válvula al final de la condición. Sobre presión por golpe de ariete Anexos A8.

Calculo del Golpe de Ariete.

#### **5.11.2. Tubería Propuesta**

La presión de diseño para la tubería de la conducción equivale a la presión acumulada en el tramo más la sobre presión por el golpe de ariete.

Como las presiones en la línea de conducción dieron de los rangos establecidos (mayor a 5 m y menor a que 50 m), la selección de la tubería será en base a la mayor presión registrada en la línea de conducción, la cual se realizó un análisis individual de las cada una de las tuberías a utilizar propuestas para el sistema, obteniendo presiones permisibles según la norma.

Se propone utilizar tubería H<sup>o</sup>G<sup>o</sup> de 1½" que tendrá una distancia de 799.07 m, cuya presión de trabajo equivalente a 1000 psi o 680.46 mca por lo que la tubería trabajara muy bien a las presiones de trabajo y que este tipo de tubería ira desde el punto 11 de pozo hasta el punto 92.

Se plantea utilizar tubería PVC de 1½", SDR 17 que tendrá una distancia de 533.84 m, cuya presión de trabajo equivalente a 250 psi o 175 mca por lo que este tipo de tubería trabajara muy bien a la presión de trabajo que será sometida y que este tipo de tubería ira desde el punto 92 al punto 135.

Se utilizara tubería PVC de 1½", SDR 26, cuya presión de trabajo equivalente a 160 psi o 112.52 mca, que tendrá una distancia de 767.60 m y que la tubería estará desde el punto 135 al punto 210.

#### **5.11.3. Velocidad.**

La velocidad se mantiene dentro del rango establecido con 0.60 m/s según el diámetro propuesto y el caudal circulante; el mínimo permitido por las normas nacionales es de 0.4 m/s y el máximo es de 2 m/s.

#### **5.12. Tanque de Almacenamiento**

Las normas NTON09001-99 en el capítulo referente al almacenamiento indican que el tanque de almacenamiento debe estimarse en un 35% del consumo promedio diario (15% destinado a compensar las variaciones horarias del consumo y 20% de reserva para atender eventualidades en caso de emergencias como son reparaciones en Obra de fuente o Línea de Conducción).

El tanque de almacenamiento para este proyecto tendrá una capacidad de 7.7 m<sup>3</sup> por lo que este cumple con el volumen de almacenamiento para este proyecto ya que sus dimensiones serán las siguientes:

VOL: Ancho\*Largo\*Altura.

VOL: 2.20 m \* 2.20 m \* 1.80 m

VOL: 7.92 m<sup>3</sup>

Se requiere que el tanque de almacenamiento para este proyecto tenga una capacidad de 7.7 m<sup>3</sup> (según Tabla 7), por lo que el tanque se construirá y se cumplirá el volumen de almacenamiento según la demanda, donde sus características serán las siguientes:

Elevación de base = 1174.45 m

Elevación de rebose = 1176.25m

Dimensiones del tanque:

Largo: 2.20 m

Ancho: 2.20 m

Altura de Rebose: 1.80 m

Área: 4.40 m<sup>2</sup>

El tanque será de mampostería reforzado de concreto ciclópeo sobre el suelo, donde este diseño será valorado por la Asociación de Voluntarios para el Desarrollo Comunitario (AVODEC) en su aspecto estructural, observándose que este no presentara algún problema en el futuro donde este poseerá una acera perimetral, tubería de limpieza y reboce, tapadera de inspección y sus paredes por la parte externa deberán ser repelladas y afinadas, impermeabilizadas pintadas con pintura de aceite.

Se construirá en el predio del Sr. Ernesto Montenegro, ubicada en la parte noreste en el punto topográfico 210, con una elevación de 1174.45 m, el área que estará cercada para su protección.

Además será necesario instalar una válvula de pase a la salida del tanque al cual deber ser protegida por medio de una caja de registro con tapadera.

### 5.13. Red de Distribución

La red de distribución, estará conformada por tubería PVC SDR-26 con una longitud de 2,158.60 metros con un diámetro de 50 mm.

Debido a las características topográficas que presenta el terreno, el sistema global de la red, se dividió en nueve tramos:

**Tabla 10.** Tramos en los que se dividió la Red de Distribución.

Tramo		Longitud m	C	Diámetros mm
PI	PF			
TANQUE	250	446.836	150	50
250	264	201.81	150	50
264	274	155.33	150	50
274	303	349.7	150	50
303	320	229.45	150	50
320	340	254.57	150	50
340	373	288.73	150	50
373	387	160.7	150	50
387	408	71.74	150	50

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 5.13.1. Prisiones máximas y mínimas

Le análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de cero consumos en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario, también se hizo el análisis de las presiones en la red con el consumo de máximo día, obteniendo los siguientes resultados.



### **5.13.2. Cero consumo en la red.**

El nodo con la menor presión calculada en la red es el nodo 340 el cual tiene un altura de 1130.10 y la presión es de 15.92 m según el análisis realizado.

El nodo con la mayor presión calculada en la red es el nodo 373 con una altura de 1129.92 y la presión es de 48.22 m.

Como se observa en el nodo 373 cumple con las presiones ya que se encuentra en el valor permisible del valor recomendado donde la tubería SDR-26 trabajara en óptimas condiciones ya que esta posee una presión de trabajo equivalente a 160 psi o 112.52 mca lo cual indica que esta tubería funcionara de forma muy adecuada para soportar la presión de trabajo ( $48.22 \text{ m} < 112.52 \text{ m}$ ) aunque la presión cumple con las normas nacionales la tubería propuesta permite un buen funcionamiento del sistema.

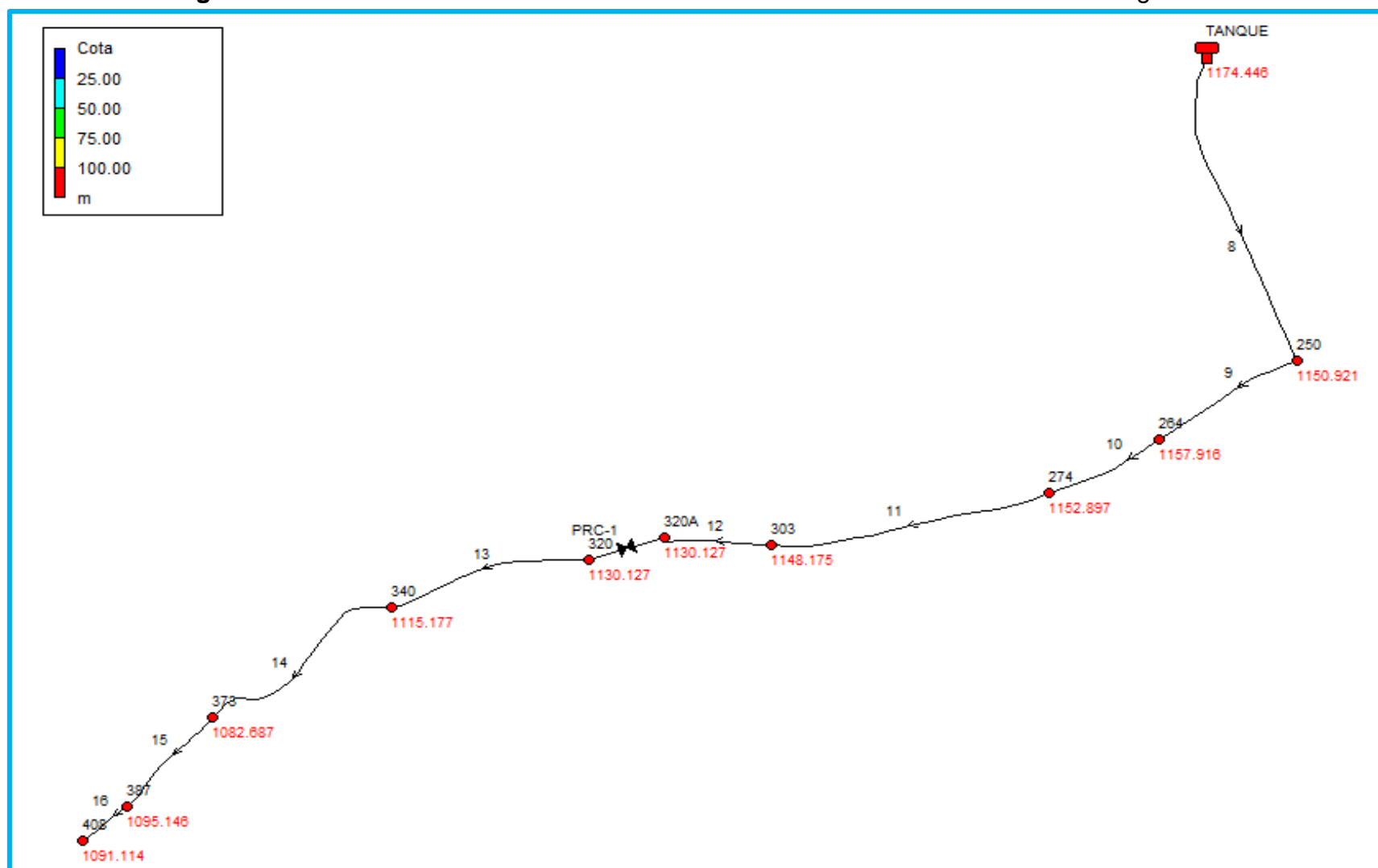
### **5.13.3. Análisis con consumo Máximo hora en la red.**

Al igual que en el análisis con cero consumo descrito anteriormente el nodo 340 y el nodo 373 son los nodos en donde se concentran las presiones máximas y mínimas del sistema.

La presión mínima es de 15.92 m y se registra en el nodo 340.

La presión máxima es de 48.22 m y se registra en nodo 373.

**Figura 13.** Diseño de la Red de Distribución en la Comunidad de la Hermita de Saraguasca.



Fuente: Propia EPANET

**Tabla No 11.** Velocidad y Caudales calculados de la red de Distribución para el Consumo Máximo Hora (CMH).

Tramo		Longitu	C	Diámetro	Caudal	Velocida
PI	PF	d m		s mm	LPS	d m/s
TANQUE	250	446.836	150	50	0.38	0.19
250	264	201.81	150	50	0.37	0.19
264	274	155.33	150	50	0.34	0.18
274	303	349.7	150	50	0.34	0.18
303	320PRP	229.45	150	50	0.30	0.15
320PRP	340	254.57	150	50	0.28	0.14
340	373	288.73	150	50	0.26	0.13
373	387	160.7	150	50	0.16	0.08
387	408	71.34	150	50	0.09	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 12.** Presiones para consumo en la Red de Distribución.

Nodo	Elevación m	Presión m
250	1173.9	23.99
264	1173.67	16.76
274	1173.52	21.62
303	1173.16	25.99
320A	1173.98	43.95
320	1131.28	1.15
340	1130.09	15.92
373	1129.91	48.22
387	1129.86	35.72
408	1129.86	39.75
TANQUE	1174.45	0

Fuente: Elaboración Propia.

#### **5.14. Nivel de servicio**

El nivel de servicio será por medio de conexiones domiciliarias que serán instaladas hasta el límite de la propiedad, de las cuales se propone instalar un total de 31 tomas cuando se construya el proyecto.

#### **5.15. Cloración.**

La Tabla No.13 de cloro muestra el cálculo de la cantidad de cloro para desinfección mediante la aplicación de solución de cloro para conseguir una dotación de 1.5 mg/l. En nuestro país las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% de concentración, la columna ocho indica la cantidad solución de cloro al 12% se debe comprar para preparar la solución al 1% por cada año del periodo de diseño del proyecto.

**Tabla 13 .Aplicación de Solución Cloro Agua.**

<b>Año</b>	<b>Población Proyectada Pn</b>	<b>CMD Ips</b>	<b>Dosis Diaria ml/min</b>	<b>Volumen Solución 1%</b>	<b>Cantidad de solución 1% x mes (lts)</b>	<b>Cantidad de hipoclorito al 12% x mes (lts)</b>	<b>Cantidad de hipoclorito al 12 % por año (lts)</b>
2016	161	0.24	10.8	16.5	495.01	41.25	495.01
2017	166	0.25	11.1	16.96	508.74	42.4	508.74
2018	171	0.25	11.4	17.42	522.47	43.54	522.47
2019	176	0.26	11.85	18.11	543.16	45.26	543.16
2020	181	0.27	12.15	18.56	556.88	46.41	556.88
2021	187	0.28	12.45	19.02	570.59	47.55	570.59
2022	192	0.29	12.9	19.71	591.26	49.27	591.26
2023	198	0.29	13.2	20.17	604.95	50.41	604.95
2024	204	0.3	13.65	20.85	625.61	52.13	625.61
2025	210	0.31	14.1	21.54	646.26	53.86	646.26
2026	216	0.32	14.55	22.23	666.91	55.58	666.91
2027	223	0.33	15	22.92	687.54	57.3	687.54
2028	230	0.34	15.45	23.61	708.17	59.01	708.17
2029	236	0.35	15.9	24.29	728.79	60.73	728.79
2030	244	0.36	16.35	24.98	749.39	62.45	749.39
2031	251	0.37	16.8	25.67	769.99	64.17	769.99
2032	258	0.38	17.25	26.35	790.58	65.88	790.58
2033	266	0.4	17.85	27.27	818.13	68.18	818.13
2034	274	0.41	18.3	27.96	838.7	69.89	838.7
2035	282	0.42	18.9	28.87	866.24	72.19	866.24
2036	291	0.43	19.5	29.79	893.76	74.48	893.76

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 5.16. Evaluación del Impacto Ambiental

### 5.16.1 Evaluación del Desplazamiento.

**Tabla 14.** Evaluación Geológica

EVALUACION GEOLOGÍA									
E	Sismicidad	Deslizamiento	Inundaciones	Hundimiento	Calidad del suelo	P	F	ExPxP	PxF
1						3	0	0	0
2		X		X		2	2	8	4
3	X		X		X	1	3	9	3
Σ								17	7
Impacto: ExPxP / PxF=			2.43						

Fuente: Elaboración Propia.

Este proyecto según el componente de Geología descrito en la tabla 14, alcanzo el valor de 2.43 lo que significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastre y bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible.

**Tabla 15.** Evaluación Hidrológica y Cambio Climático.

EVALUACIÓN HIDROLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO								
E	Agua subterránea	Agua superficiales	Sistema de drenaje	Susceptibilidad al cambio climático	P	F	ExPxP	PxF
1					3	0	0	0
2				X	2	1	4	2
3	X				1	1	3	1
Σ							7	3
Impacto: ExPxP / PxF=				2.33				

Fuente: Elaboración Propia.

Este proyecto según el componente de evaluación hidrológica descrito en la tabla 15, alcanzo el valor de 2.33 lo que significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible.

**Tabla 16. Evaluación Ecosistema.**

EVALUACION ECOSISTEMA							
<i>E</i>	Especies en riesgo	Hábitat Pluvial	Rangos de pendiente	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>ExPxF</i>	<i>PxF</i>
1				3	0	0	0
2	X		X	2	2	8	4
3		X		1	1	3	1
Σ						11	5
Impacto: $ExPxF / PxF=$			2.20				

Fuente: Elaboración Propia.

Este proyecto según el componente de Evolución de Ecosistema descrito en la tabla 16, alcanzo el valor de 2.20 lo que significa que el sitio no es peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastre y bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible.

**Tabla 17. Evaluación Social.**

EVALUACIÓN SOCIAL								
<i>E</i>	Cultura	Salud	Economía	Organización	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>ExPxF</i>	<i>PxF</i>
1					3	0	0	0
2		X			2	1	4	2
3	X		X	X	1	3	9	3
Σ							13	5
Impacto: $ExPxF / PxF=$			2.60					

Fuente: Elaboración Propia.

Este proyecto según el componente de Evaluación Social descrito en la tabla 17, alcanzo el valor de 2.60 lo que significa que el sitio no es peligroso, muy bajo de riesgo y/o buena calidad ambiental para la localización del proyecto, por lo que la FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión.

**Tabla 18.** Evaluación Medio Constructivo.

EVALUACION MEDIO CONSTRUCTIVO							
E	Material	Uso del suelo	Maquinarias	P	F	ExPxF	PxF
1				3	0	0	0
2	X			2	1	4	2
3		X		1	1	3	1
Σ						7	3
Impacto: $ExPxF / PxF=$			2.33				

Fuente: Elaboración Propia.

Este proyecto según el uso de suelos en el medio constructivo descrito en la tabla 18, alcanzo el valor de 2.33 lo que significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastre y bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible.



## 5.16.2. Análisis Ambiental.

### 5.16.2.1. Calidad Ambiental.

**Tabla 19.** Calidad Ambiental del Sitio.

FACTOR AMBIENTAL	ALTERACIONES AMBIENTALES		NIVEL DE CALIDAD
	CAUSAS	EFFECTOS	
Calidad del aire	Falta de revestimiento	Contaminación por polvo en suspensión	3
Cantidad y calidad de las aguas superficiales			
Cantidad y calidad de las aguas subterráneas	Explotación directa del acuífero subterráneo	Explotación excesiva y daños al acuífero	2
Suelos	Uso del suelo en sitios inadecuados sin tomar en cuenta su capacidad de uso.	Erosión hídrica y eólica.	3
Geología	Modificación de la topografía	sequia excesiva y daños ala horas de las lluvias	3
Cubierta vegetal	Deforestación	Erosión y daño al hábitat de la fauna.	3
Paisaje			
Fauna			
Medio construido			
Población			
Calidad de vida	Ausencia de agua y servicios elementales de saneamiento	Alteraciones de la salud de la población por enfermedades como: brotes de dengue, malaria, diarrea, cólera, etc.	1
<b>VALOR PROMEDIO DE IMPORTANCIAS</b>			<b>2.5</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Los Principales problemas ambientales de acuerdo con la Tabla 19, están asociados a la infraestructura son las siguientes:

Los principales problemas ambientales de acuerdo con la tabla anterior, están asociados a la infraestructura son los siguientes:

- ✓ Explotación directa del acuífero subterráneo.
- ✓ Ausencia de agua y servicios elementales de saneamiento.

#### **5.16.2.2. Pronostico de la calidad Ambiental del Área de Influencia.**

El pronóstico de la calidad ambiental permite establecer una diferencia entre los estados de la calidad ambiental del medio ambiente sin el proyecto y la calidad del Medio ambiente con el proyecto.

Para ello deben de destacarse cuáles son los principales problemas ambientales observados en el medio sin proyecto y cuáles son las posibles alternativas que debería emprender la comunidad para mejorar los problemas encontrados, así como destacar los principales impactos que produce el proyecto que deben ser objeto de medidas de mitigación. Ver Anexos A11 y A12

El pronóstico de la calidad ambiental se utiliza con los siguientes criterios:

- **Valor: 1** El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene severos daños ambientales.
- **Valor: 2** El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene algunos daños ambientales.
- **Valor: 3** El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene buena calidad ambiental.

#### **5.16.2.3. Plan de Mitigación de los Impactos Ambientales.**

Las medidas de mitigación están dirigidas a los impactos ambientales negativos identificados y evaluados, con el propósito de reducir o eliminar las posibles afectaciones que puedan causar al medio ambiente, recursos naturales y al ser humano, tanto en la etapa de construcción y operación del sistema. Ver Anexo A13.

Las medidas de mitigación durante la etapa de construcción del proyecto se deben de quedar detalladas en las especificaciones técnicas y la supervisión del Proyecto donde se debe cumplir durante el tiempo ejecución del Proyecto. Ver Anexo.A14.

#### 5.16.2.4. Plan de Monitoreo Ambiental.

Este plan de monitoreo se realizara para evitar los impactos negativos sobre los diferentes componentes ambientales y conocer las diferentes medidas de mitigación implementadas para disminuir dichos impactos donde detectara si los cambios de los componentes ambientales se deben a la ejecución del proyecto y evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.

**Tabla 20.** Plan de Monitoreo.

COMPONENTE A SER AFECTADO	VARIABLE A MEDIR	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Agua subterránea	Aguas subterráneas antes y después del sistema	Semestral	AVODEC Y CAPS
Equipo Mantenimiento y control	Número de veces que le da mantenimiento al sistema de agua Potable	Semestral	Encargado de mantenimiento

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 5.16.3. Plan de Seguimiento.

El plan de seguimiento permitirá verificar y evaluar si se está cumpliendo de forma adecuada el funcionamiento del sistema de agua potable en sus diferentes etapas del proyecto.

**Tabla 21.** Plan de Seguimiento.

ACTIVIDAD	FASE	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Supervisar el mantenimiento del sistema	Construcción y operación	Semanal	Supervisor (A VODEC)
Vigilar el adecuado funcionamiento del sistema	Operación	Diario	Supervisor (AVODEC Y Responsable de operación del CAPS)
Supervisar las condiciones laborales de los trabajadores	Construcción y operación	Mensual	AVODEC
Informar a la población sobre el funcionamiento del sistema de agua potable	Construcción y operación	Anual	AVODEC

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 5.17. Costo del Proyecto

El costo aproximado de inversión para la ejecución del proyecto de agua potable para la comunidad de la Hermita de Saraguasca, Municipio de Jinotega es de C\$ 3, 048,961.87 córdobas y \$ 110,070.83 con una tasa de cambio de C\$ 27.70, el Presupuesto se detalla en la siguiente Tabla. Ver Anexos A7.Presupuesto Detallado (Costo Total Directo).

**Tabla 22. Presupuesto Detallado.**

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>
310	PRELIMINARES	Global	1.00	143,624.00	143,624.00
320	LINEA DE CONDUCCION	Global	1.00	644,850.34	644,850.34
330	LINEA DE DISTRIBUCION	Global	1.00	778,706.51	778,706.51
340	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Global	1.00	291,095.64	291,095.64
350	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Global	1.00	358,000.00	358,000.00
360	CONEXIONES	Global	1.00	122,140.00	122,140.00
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	Global	1.00	9,740.00	9,740.00

<b>Costo Total Directo</b>	<b>C\$ 2348,156.49</b>
Costo Total indirecto	C\$ 234,815.65
<b>Sub Total</b>	<b>C\$ 2582,972.13</b>
Trasporte	C\$ 19,324.88
Administración	C\$ 23,958.39
Utilidades	C\$ 2,160.00
<b>Sub Total</b>	<b>C\$ 2628,415.40</b>
IVA	C\$ 394,262.31
IM	C\$ 26,284.15
<b>Costo Total del Proyecto</b>	<b>C\$ 3048,961.87</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

## **Conclusiones y Recomendaciones**



## CONCLUSIONES.

El estudio y diseño del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico para la comunidad de la Hermita de Saraguasca, Municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega, se realizó adoptando cada una de las Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99)", emitidas por el INAA, por lo que con respecto a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la población de la comunidad de la Hermita de Saraguasca a través de un estudio socioeconómico, donde se obtuvo que la distribución de población por sexo es de 47% mujeres y 53% hombres en un total de 31 encuestas realizadas, donde determino la capacidad económica así como higiene y abastecimiento actual de la comunidad y que el proyecto del sistema permitirá a la comunidad tener mejores condiciones de vida así como de higiene y abastecimiento por medio del proyecto.
- La realización del estudio topográfico permitió conocer cada una de las elevaciones y distancias de la zona, donde se espera abastecer con dicho sistema, a si determinar el tipo de sistema a diseñar; una vez obtenidos los datos se propuso diseñar un sistema de abastecimiento por Bombeo Eléctrico y gravedad, donde el pozo se encuentra en un elevación de 985.65 m y el tanque de almacenamiento a una elevación de 1174.45 m donde es apto para la distribución a la red de distribución y así a cada una de las viviendas.
- Se realizó el diseño Hidráulico de la línea de conducción, donde se obtuvo las características en cada uno de los componentes de la línea de conducción; así también se realizó el diseño en la red de distribución donde se obtuvo las presiones en los nodos cumpliendo con las normas

establecidas por INAA, tomado en cuenta el levantamiento topográfico y la simulación por medio del programa EPANET.

- Se realizó y se determinó el costo del proyecto para cada uno de los componentes del sistema para garantizar la sostenibilidad y la realización del proyecto.
- Se realizó la valoración del Impacto Ambiental donde se ejecutaron actividades a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales en el proyecto así determinado como zona elegible para el para el proyecto.

Mediante todo el diseño del sistema se cumplieron con todos objetivos plantados en el diseño del proyecto para la comunidad de la Hermita de Saraguasca.



## Recomendaciones

1. Capacitar a la población beneficiada de la comunidad en temas sanitarios y el uso racional del agua potable.
2. Limpiar y desinfectar los recipientes de Almacenamiento periódicamente para mantener el ambiente sanitario en óptimas condiciones.
3. Promover la reforestación en zona para su conservación y preservar el agua del sistema, esto será coordinada por el CAPS, los recursos económicos para esta actividad serán gestionados ante la Alcaldía Municipal de Jinotega y ONGS que inciden en Municipio.
4. Organizar y capacitar al comité de agua potable y saneamiento (CAPS) con el objetivo de administrar y operar el sistema de abastecimiento, en búsqueda de la sostenibilidad del sistema de agua.
5. Se recomienda aprobar que el suministro de agua potable sea por medio de un mini acueducto por Bombeo Eléctrico y Gravedad, con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias (MABE-MAG-CD), se considera que desde el punto de vista social de disposición de pagar por el servicio y de disponibilidad de participar en las actividades del mismo.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

### **1- Caracterización Municipal de Jinotega.**

Alcaldía Municipal de Jinotega, 2016

### **2- Normas de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural (NTON 09001-99).**

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Ente Regulador.

Managua, Nicaragua.

### **3- Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización de Agua (NTON 09 009-99).**

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Ente Regulador.

Managua, Nicaragua.

### **4- Documentación de la ONG AVODEC, Delegación de Jinotega.**

Asociación de Voluntarios para el Desarrollo Comunitario (AVODEC) 2016.

### **5- Documentación de la Empresa ENACAL, Delegación de Jinotega.**


Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), Jinotega 2016.

# **ANEXOS**




## Anexos

### A1. Análisis Físico y Químico de la fuente de Agua.



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



**LABORATORIOS AMBIENTALES**

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

**EMPRESA / PROYECTO / PERSONA**  
AVODEC/ Global Brigades.

**ATENCIÓN**  
Victorino Centeno.

**DIRECCIÓN**  
Jinotega.

**CARGO**  
Director Ejecutivo

**EMAIL**  
NR

**TELEFONO**  
NR

**CELULAR**  
888541977

**FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO**

INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS
16/02/2016	25/02/2016	29/02/2016

**FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS**  
15/02/16; 03:00 p.m.

**CADENA CUSTODIA**  
2316

**NUMERO DE MUESTRAS**  
Uno (1)

**Fecha y Hora de Muestreo**  
15/02/16; 03:00 p.m.

**Muestreado por**  
Frederman Pastran Rodríguez.

**Supervisor de Muestreo en Campo**  
Victorino Centeno.

**Fuente**  
Pozo perforado Las Lomas

**Tipo de muestra**  
Agua Subterránea.

**Observaciones de Ubicación**  
Pozo Las Lomas-Hermita de Saraguasca. Mun. Jinotega.

**Coordenadas**  
N: 13.137884; O: 86.049441

**Codificación PIENSA**  
LA-1602-0085

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad
Visual	Aspecto	NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm
2130-B	Turbiedad	NTU
2120-C	Color Verdadero	UC
2320-B	Alcalinidad	mg/l
2320-B	Carbonatos	mg/l
2320-B	Bicarbonatos	mg/l
4500-B	Nitratos	mg/l
4500-B	Nitritos	mg/l
4500-D	Cloruros	mg/l
3500-B	Hierro Total	mg/l
4500-D	Sulfatos	mg/l
2340-C	Dureza total	mg/l
2340-C	Dureza Calcica	mg/l
3500-B	Calcio	mg/l
3500-B	Magnesio	mg/l
3500-B	Manganeso	mg/l
3500-X	Sodio	mg/l
3500-C	Potasio	mg/l
4500-C	Fluor	mg/l

VALOR DE CONCENTRACION	PUNTO DE MUESTREO 1	Norma CAPRE*
	Turbia.	NE
7.72		6,5 - 8,5**
442.00		400**
73.30		5
12.00		15
138.40		NE
<0.10		NE
138.40		NE
4.76		50
0.07		0.1
29.60		250
0.30		0.3
28.67		250
161.28		400**
74.48		NE
29.85		100**
21.09		50
<0.028		0.5
17.00		200
3.15		10
0.23		0.7

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano: \*\* Valor recomendado

*Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente*




**Ph.D. Leandro Páramo Aguilera**  
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI


*Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.*

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 5847-6823 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

## A2. Análisis Bacteriológico de la Fuente de Agua.



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



**LABORATORIO AMBIENTAL**

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**


**LA-MB-1602-0012**

<b>EMPRESA / PROYECTO / PERSONA</b>		<b>DIRECCIÓN:</b>		<b>TELÉFONO:</b>
AVODEC/ Global Brigades		Jinotega		888541977
<b>ATENCIÓN:</b>		<b>CARGO:</b>	<b>EMAIL:</b>	<b>CELULAR:</b>
Victorino Centeno		Director Ejecutivo	NR	NR
<b>FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO</b>			<b>FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS</b>	<b>CADENA CUSTODIA</b>
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:		
16/02/2016	16/02/2016	22/02/2016	22/02/2016	2316
<b>Fecha y Hora de Muestreo</b>			15/02/2016 3:00pm	
<b>Supervisor y muestreo de campo</b>			Victorino Centeno	
<b>Muestreado por</b>			Frederman Pastran Rodríguez	
<b>Fuente</b>			Pozo Perforado, Las Lomas	
<b>Tipo de muestra</b>			Agua subterránea	
<b>Coordenadas</b>			N:13.137884, O:86.049441	
<b>Observaciones de Ubicación</b>			Pozo Las Lomas, Hermita de Saraguasca, Municipio Jinotega	
<b>Codificación PIENSA</b>			LA-1602-0085	
<b>METODO</b>	<b>ENSAYO REALIZADO</b>	<b>Unidad</b>	<b>VALOR DE CONCENTRACION</b>	
SM // EPA	<b>PARAMETRO</b>		<b>PUNTO DE MUESTREO 1</b>	
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	9.2*10 <sup>4</sup>	
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	2.0*10 <sup>2</sup>	
			<b>Norma CAPRE*</b>	
			Neg	

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los solicitados por el cliente



**Ph.D. Leandro Páramo Aguilera**  
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

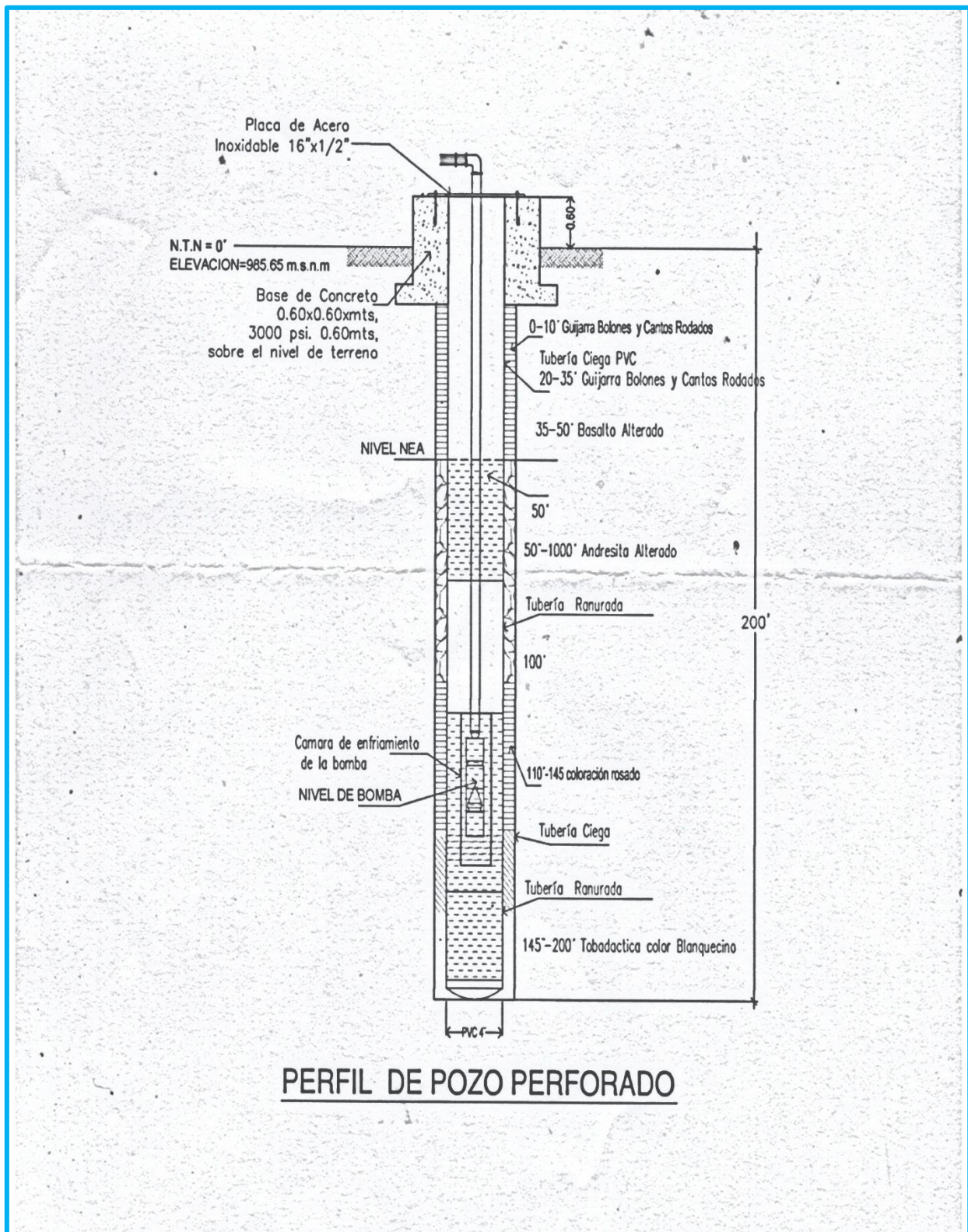
Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 5847-6823 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

0003050



### A3. Perfil Geológico del Pozo.

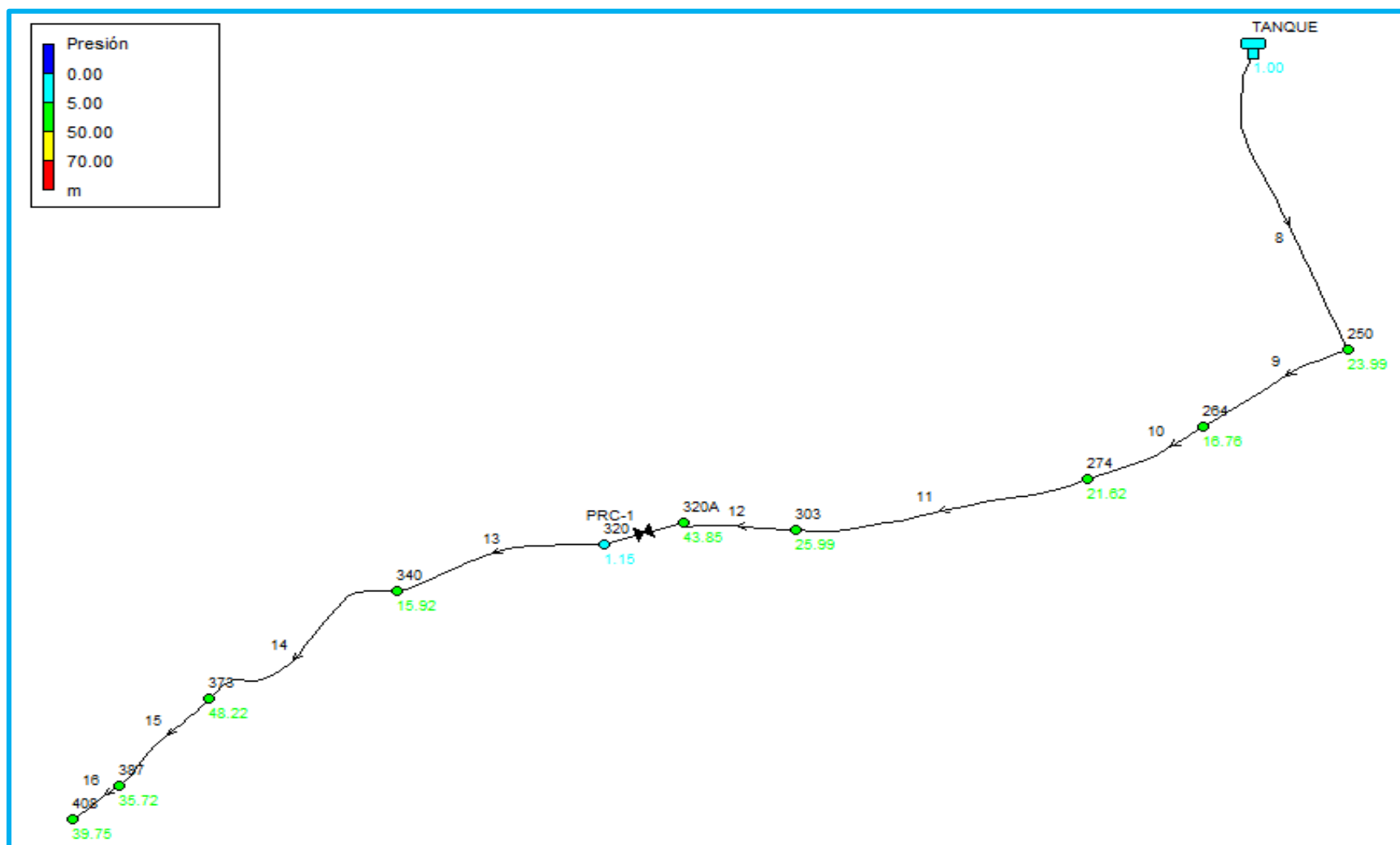


#### A4. Distribución de Caudales en la Red de Distribución.

nodo	Elevación	Nº Viv.	Hab/Viv.	Población	Dotación	CPD	Pérdidas	FMH	CMH	FMD	CMD
	m			habitantes	lppd	l/s	l/s		l/s		l/s
250	1173.90	2	5	5	75.70	0.0044	0.00088	2.5	0.012	1.5	0.0074
264	1173.67	2	5	11	75.70	0.0096	0.00193	2.5	0.026	1.5	0.0164
274	1173.52	0	5	0	75.70	0.0000	0.00000	2.5	0.000	1.5	0.0000
303	1173.16	3	5	21	75.70	0.0184	0.00368	2.5	0.050	1.5	0.0313
PRP-320	1130.28	1	5	5	75.70	0.0044	0.00088	2.5	0.012	1.5	0.0074
340	1130.09	3	5	11	75.70	0.0096	0.00193	2.5	0.026	1.5	0.0164
373	1129.91	9	5	41	75.70	0.0359	0.00718	2.5	0.097	1.5	0.0611
387	1129.86	5	5	31	75.70	0.0272	0.00543	2.5	0.073	1.5	0.0462
408	1129.86	6	5	36	75.70	0.0315	0.00631	2.5	0.085	1.5	0.0536
TANQUE	1174.45	0	0	0	75.70	0.0000	0.00000	2.5	0.000	1.5	0.0000
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>		<b>161</b>		<b>0.14</b>	<b>0.028</b>		<b>0.381</b>		<b>0.240</b>

## A5. Resultados del Análisis de EPANET.

### A5.1. Análisis del Sistema sin Consumo en la Red.

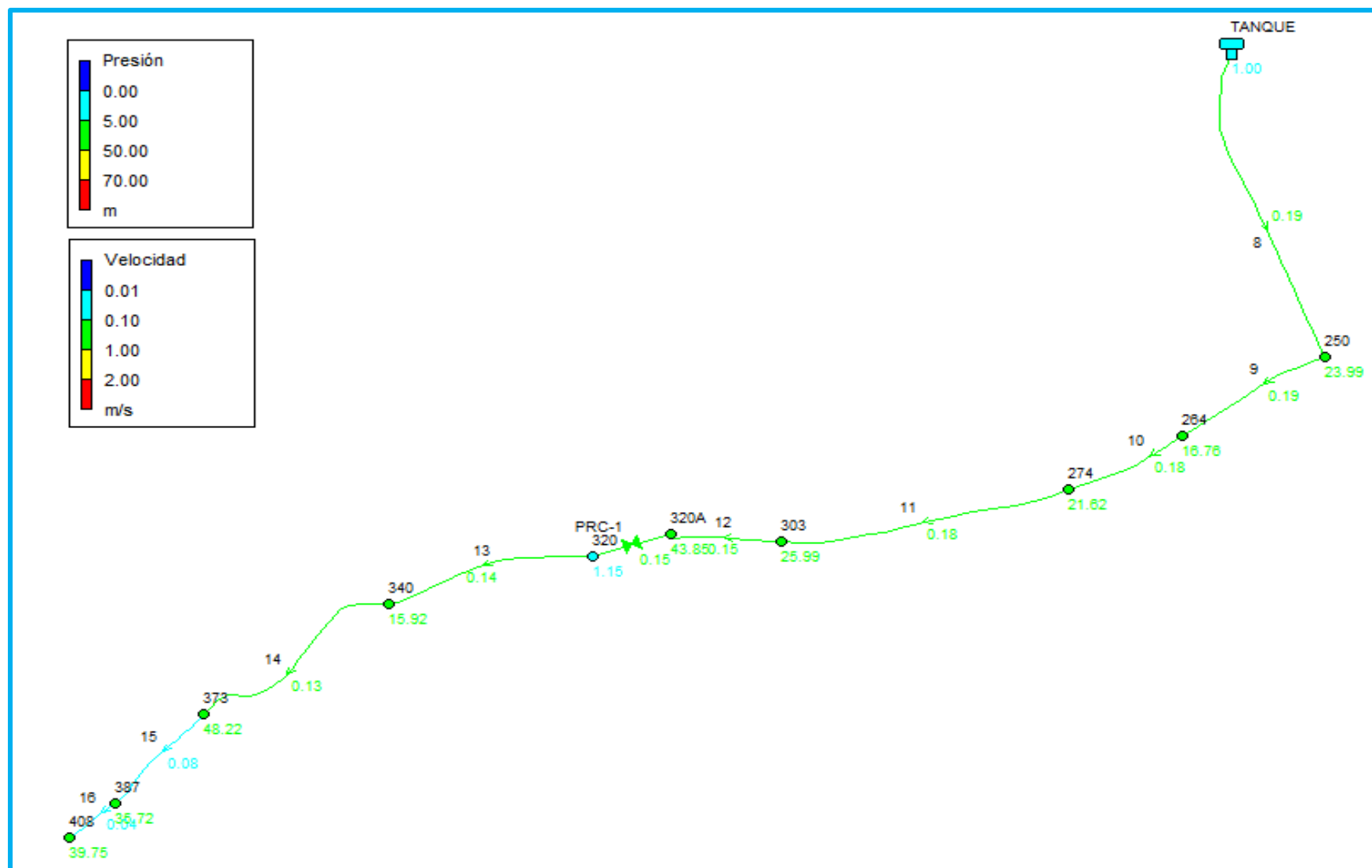




#### A5.2. Presiones en los Nodos sin Consumo en la Red.

Tabla de Red - Nodos		
ID Nudo	Altura m	Presión m
Conexión 250	1174.91	23.99
Conexión 264	1174.68	16.76
Conexión 274	1174.52	21.62
Conexión 303	1174.16	25.99
Conexión 320	1131.28	1.15
Conexión 340	1131.09	15.92
Conexión 373	1130.91	48.22
Conexión 387	1130.87	35.72
Conexión 408	1130.86	39.75
Conexión 320A	1173.98	43.85
Depósito TANQUE	1175.45	1.00

## A6. Análisis de sistema con consumo Máximo Horario.



### A6.1. Presiones en los Nodos para el Consumo Máximo Hora en la Red.

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 250	1150.921	0.01	1174.91	23.99
Conexión 264	1157.916	0.03	1174.68	16.76
Conexión 274	1152.897	0.00	1174.52	21.62
Conexión 303	1148.175	0.05	1174.16	25.99
Conexión 320	1130.127	0.01	1131.28	1.15
Conexión 340	1115.177	0.03	1131.09	15.92
Conexión 373	1082.687	0.10	1130.91	48.22
Conexión 387	1095.146	0.07	1130.87	35.72
Conexión 408	1091.114	0.09	1130.86	39.75
Conexión 320A	1130.127	0.00	1173.98	43.85
Depósito TANQUE	1174.446	-0.38	1175.45	1.00

### A6.2. Velocidades en Tubería, Consumo de Máxima Hora en la Red.

ID Línea	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 8	50	0.38	0.19	1.21
Tubería 9	50	0.37	0.19	1.14
Tubería 10	50	0.34	0.18	1.01
Tubería 11	50	0.34	0.18	1.02
Tubería 12	50	0.30	0.15	0.79
Tubería 13	50	0.28	0.14	0.74
Tubería 14	50	0.26	0.13	0.63
Tubería 15	50	0.16	0.08	0.29
Tubería 16	50	0.09	0.04	0.07
Válvula PRC-1	50	0.29	0.15	42.70

## A7. Presupuesto Detallado (Costo Total Directo).

Departamento :	Jinotega				
Municipio:	Jinotega				
Etapas	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
	<b>Agua y Saneamiento</b>				
<b>310</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>143,624.00</b>
	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>	<b>M2</b>	<b>305.00</b>	<b>240.00</b>	<b>67,884.00</b>
	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	M2	305.00	240.00	67,884.00
	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>	<b>M</b>	<b>5,657.00</b>	<b>12.00</b>	<b>67,884.00</b>
	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA)	M	5,657.00	12.00	67,884.00
	<b>ROTULO</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>	<b>7,856.00</b>	<b>7,856.00</b>
	ROTULO 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	7,856.00	7,856.00
<b>320</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>		<b>2,100.00</b>		<b>644,850.34</b>
	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M3</b>	<b>1,008.00</b>	<b>110.50</b>	<b>82,875.00</b>
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	750.00	110.50	82,875.00
	<b>INSTALACION DE TUBERIA</b>	<b>M</b>	<b>2,100.00</b>	<b>61.10</b>	<b>538,950.34</b>
	TUBERIA DE H°G° Diám=1 ½"	M	799.07	340	271683.8
	TUBERIA DE PVC Diám.= 1 ½" (SDR-17)	M	533.84	180.00	96,091.74
	TUBERIA DE PVC Diám.= 1 ½" (SDR-26)	M	767.60	223.00	171,174.80
	<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>	<b>M</b>	<b>1,008.00</b>	<b>30.70</b>	<b>23,025.00</b>
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M	750.00	30.70	23,025.00
	<b>ACCESORIOS</b>	<b>GLOBAL</b>	<b>1.00</b>	<b>3,484.00</b>	<b>3,484.00</b>
	Codo liso PVC de 1 ½" x 90°	C/U	12.00	30.00	360.00
	Codo liso PVC de 1 ½" x 45°	C/U	8.00	24.00	192.00
	Adaptador hembra PVC de 1 ½"	C/U	6.00	18.00	108.00
	1/4 pegamento PVC	Tarro	4.00	205.00	820.00
	Cinta teflon 1/2" por 12 m	Rollo	2.00	12.00	24.00
	Unión maleable H°G° 1 ½"	C/U	1.00	320.00	320.00
	Camisa unión H°G° 1 ½"	C/U	1.00	160.00	160.00

	Valvula Check 1 ½" bronce	C/U	2.00	750.00	1,500.00
<b>330</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>				<b>778,706.51</b>
	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M3</b>	<b>1,008.00</b>	<b>110.50</b>	<b>191,315.28</b>
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	1,731.36	110.50	191,315.28
	<b>INSTALACION DE TUBERIA</b>	<b>M</b>	<b>2,100.00</b>	<b>50.10</b>	<b>516,600.00</b>
	Tubo PVC 2" X 6 M. SDR - 26	C/U	2100.00	246.00	516,600.00
	<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>	<b>M3</b>	<b>1,008.00</b>	<b>52.73</b>	<b>53,152.75</b>
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	1,731.36	30.70	53,152.75
	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>	<b>GLOBAL</b>	<b>1.00</b>	<b>17,638.48</b>	<b>17,638.48</b>
	Codo liso PVC 2" x 90°	C/U	2.00	11.00	22.00
	Codo liso PVC 2¼" x 90°	C/U	2.00	16.00	32.00
	Codo liso PVC 2" x 45°	C/U	23.00	25.00	575.00
	Codo liso PVC 2" x 90°	C/U	2.00	25.00	50.00
	Codo roscado hembra PVC 2" x 90°	C/U	33.00	6.00	198.00
	Adaptadores hembra PVC 2"	C/U	2.00	3.75	7.50
	Adaptadores hembra PVC 2"	C/U	4.00	13.00	52.00
	Adaptador macho PVC 2"	C/U	2.00	15.00	30.00
	Adaptadores macho PVC 2"	C/U	2.00	75.00	150.00
	Pegamento ¼" Galón	C/U	5.00	245.00	1,225.00
	Cinta teflon 1/2" por 12 m	Rollo	15.00	12.00	180.00
	Tubo H° G° de 1/2"	C/U	6.00	400.00	2,400.00
	Pila Rompe Presión	C/U	1.00	8886.98	8,886.98
	Unión maleable H°G° de 1½"	C/U	1.00	300.00	300.00
	Valvula/Sostenedora de Presión 2½"	C/U	1.00	2000.00	2,000.00
	Valvula/compuerta bronce WATTS 1½"	C/U	1.00	810.00	810.00
	Valvula/compuerta bronce WATTS 1"	C/U	1.00	720.00	720.00
<b>340</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				<b>291,095.64</b>
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>M3</b>	<b>5.50</b>	<b>452.9</b>	<b>12,557.24</b>
	NIVELETA SENCILLA L = 1.10 m	C/U	5.00	86.77	433.84
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	5.50	86.22	474.19
	BOTAR (MANUAL) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 0,5KM	M3	2.75	233.16	641.20

	MEZCLA MANUAL DE SUELO CEMENTO PROPORCION 1:7 (C:S) (1 DE CEMENTO y 7 DE SUELO)	M3	5.50	1,600.00	8,800.00
	RELLENO Y COMPACTACION (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL	M3	5.50	401.46	2,208.00
<b>335</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				<b>278,538.40</b>
	<b>TANQUE CONCRETO CICLOPEO 7.7 m3</b>				<b>218,628.40</b>
	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	43.68	290.00	12,667.20
	PINTURA EPOXICA SOBRE PAREDES (TANQUES DE AGUA POTABLE	M2	43.68	175.00	7,644.00
	PASCON DE CEDAZO DE ALAMBRE DE ALUMINIO Diám.=4" CONTRAMOSQUITOS	C/U	1.00	155.00	155.00
	PELDAÑO DE VARILLA DE HIERRO CORRUGADO GRADO 40,Diám.=5/8", Ancho de peldaño=0.30m, Desarrollo=0.90m	C/U	14.00	110.00	1,540.00
	TAPA DE ACERO (A-36) DE 0.70mx0.70m,Esp.=1/8" CON 2 CANDADOS MEDIANOS (INCLUYE PINTURA ANTICORR)	C/U	1.00	1,300.00	1,300.00
	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	24.00	62.00	1,488.00
	ANDEN DE CONCRETO (CON MEZCLADORA) SIN REF. Espesor=0.10m	M2	15.75	630.00	9,922.50
	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO COMPRA DE PIEDRA BOLON)	M3	24.50	2,900.00	71,050.00
	FORMALETA PARA LOSA AEREA @ H=2.40m (INCL. BARULES DE 4" x 4")	M2	7.84	670.00	5,252.80
	FORMALETA PARA MUROS	M2	81.49	320.00	26,076.26
	FORMALETA PARA VIGA ASISMICA DE 2 CARAS DE 0.20m	M	3.60	275.00	990.00
	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M3	6.69	6,000.00	40,152.00
	NIVELETA SENCILLA L = 1.10 m	C/U	12.00	87.00	1,044.00
	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	24.50	270.00	6,615.00
	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <= AL No. 4	LBS	1,091.05	30.00	32,731.64
	<b>OTRO TIPO DE OBRAS</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>		<b>43,930.00</b>
	TEE LISA DE PVC Diám.=1 1/2" (S40)	C/U	2.00	250.00	500.00

	CODO LISO DE PVC DE 1 1/2" x 45°(S40)	C/U	3.00	85.00	255.00
	CODO LISO DE PVC DE 1 1/2" x 90°(S40)	C/U	1.00	75.00	75.00
	CANAL DE DRENAJE PLUVIAL DE CONCRETO DE 2000 PSI SIN REF. A= De 0.40 A 0.5 H=0.2 A 0.35m, (INCL EXC)	M	5.00	1,400.00	7,000.00
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF.+PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE 1.00mx1.00m,H=1.00m	C/U	2.00	5,000.00	10,000.00
	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. =1 1/2" (NO INCL. EXCAVACION)	M	6.00	350.00	2,100.00
	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 3" (INCL. TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Y 2 BLOQUES DE REACCION)	C/U	1.00	10,500.00	10,500.00
	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 1 1/2" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	2.00	5,500.00	11,000.00
	HIPOCLORADOR	C/U	1.00	2,500.00	2,500.00
	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>M2</b>	<b>758.93</b>	<b>17.05</b>	<b>15,980.00</b>
	PORTON DE MALLA CICLON CAL. #13, H = 6' CON TUBO DE Ho. Go. DE 2½" CON COLUMNAS DE Ho. Go.DE 4	M2	3.00	2,500.00	7,500.00
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2.50 m	M	26.50	320.00	8,480.00
<b>350</b>	<b>FUENTE DE ABASTECIMIENTO</b>				<b>358,000.00</b>
	<b>(Puestos, caja/registro y sarta)</b>	<b>GLOBA L</b>	<b>1.00</b>	<b>10485.00</b>	<b>10,485.00</b>
	Cemento	qq	16	265.00	4,240.00
	Arena Motastepe	M3	2.5	650.00	1,625.00
	Piedrín Triturado 1/2" y 3/4"	M3	1	800.00	800.00
	Hierro corrugado de 3/8" Standard	qq	0.8	1300.00	1,040.00
	Hierro de ¼" Standard	qq	2	1200.00	2,400.00
	Alambre de amarre #18	Lbrs	5	25.00	125.00
	Clavos corrientes variados	Lbrs	2	25.00	50.00
	Sierras metalicas	Unid	5	35.00	175.00
	Pliegos de Lija 120	Unds.	2	15.00	30.00

	<b>CASETA DE CONTROL</b>	<b>GLOBAL</b>	<b>1.00</b>	<b>8,795.00</b>	<b>8,795.00</b>
	Cemento Canal	qq	9	245.00	2,205.00
	Arena Motastepe	M3	1	650.00	650.00
	Piedrín Triturado 1/2" y 3/4"	M3	0.5	800.00	400.00
	Hierro de 3/8" Standard	qq	0	1300.00	0.00
	Hierro de 1/4" Standard	qq	0.5	1200.00	600.00
	Alambre de amarre #18	Lbrs	3.0	25.00	75.00
	Clavos corrientes variados	Lbrs	2	25.00	50.00
	Sierras metalicas	Unid	1	35.00	35.00
	Puerta de madera	unid	1	3000.00	3,000.00
	Ladrillo cuarterón 20 x 10 x 8 cms	Unds.	50	4.00	200.00
	Cuartones de madera 2 x 2 x 5	Unds.	6	90.00	540.00
	Zinc corrugado estándar #28, 8'	Lamina	4	260.00	1,040.00
	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>GLOBAL</b>	<b>1.00</b>	<b>298,080.00</b>	<b>298,080.00</b>
	Moto Bomba sumergible 5 HP,	Uds	1	105090.00	105,090.00
	Panel de arranque y accesorios	Uds	1	33000.00	33,000.00
	Sarta de 2", protección y válvulas	Set	1	37700.00	37,700.00
	Instalación de bomba mano de obra	Set	1	39130.00	39,130.00
	Transformador de voltaje trifásico	Uds	1	40600.00	40,600.00
	Limpieza y prueba de bombeo	set	1	26000.00	26,000.00
	Instalación eléctrica	M	1	16560.00	16,560.00
	ANALISIS BACTERIOLOGICO COMPLETO+ E.COLIFORME DEL AGUA P/ A. P	C/U	1.00	4,500.00	<b>4,500.00</b>
	ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA P/A.POTABLE (INC. AMONIACO Y CIANURO)	C/U	1.00	4,000.00	<b>4,000.00</b>
	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>M2</b>	<b>300.00</b>	<b>107.13</b>	<b>32,140.00</b>
	PORTON DE MALLA CICLON CAL. #13, H = 6' CON TUBO DE Ho. Go. DE 2½" CON COLUMNAS DE Ho. Go.DE 4	M2	3.00	2,500.00	7,500.00
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2.50 m	M	77.00	320.00	24,640.00
<b>360</b>	<b>CONEXIONES</b>				<b>122,140.00</b>
	MEDIDOR DOMICILIAR DE AGUA POTABLE Diám.=½"	C/U	31.00	750.00	23,250.00



	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	31.00	650.00	20,150.00
	CONEXION DOMICILIAR DE PATIO CON TUBO DE PVC Diám.= ½" (SDR-13.5)	C/U	31.00	2,000.00	62,000.00
	VALVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám. = ½" PARA AGUA POTABLE	C/U	31.00	540.00	16,740.00
<b>370</b>	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>				<b>9,740.00</b>
	<b>LIMPIEZA FINAL</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>2,440.00</b>	<b>2,440.00</b>
	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M2	305.00	8.00	2,440.00
	<b>PLACA CONMEMORATIVA</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>	<b>5,494.73</b>	<b>7,300.00</b>
	PEDESTAL DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. PARA PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	3,000.00	3,000.00
	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65m x 0.42m	C/U	1.00	4,300.00	4,300.00
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>2348,156.49</b>

## A8. Calculo del Golpe de Ariete.

**PROYECTO:** Diseño de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico y Gravedad en la Comunidad de La Hermita de Saraguasca, Municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega.

### Consideraciones Generales

La línea de conducción se diseñara y se operara con un flujo permanente, donde esta será llenada de agua y en ocasiones tendrá que ser vaciada y llenada de nuevamente. Cada arranque o paro de bomba o apertura y cierre de válvulas en el sistema, genera un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de velocidad y presión en cada uno de los puntos y cambios de tubería en el sistema.

		1 1/2"	SDR-26	1 1/2"	SDR-17	1 1/2"	HG
<b>Golpe de Ariete</b>	<b>GA</b>	<b>8.75</b>	mca	<b>12.00</b>	mca	<b>40.36</b>	mca
Velocidad del flujo	<b>V</b>	<b>0.24</b>	m/s	<b>0.27</b>	m/s	<b>0.29</b>	m/s
Peso específico del agua	<b>r</b>	9,810.00	N/m3	9,810.00	N/m3	9,810.00	N/m3
Aceleración de gravedad	<b>g</b>	9.81	m/s2	9.81	m/s2	9.81	m/s2
Módulo de compresibilidad volumétrico del agua	<b>Ev</b>	2.07E+09	N/m2	2.07E+09	N/m2	2.07E+09	N/m2
Módulo de elasticidad del material de la tubería PVC	<b>E</b>	2.80E+09	N/m2	2.80E+09	N/m2	1.90E+11	N/m2
Diámetro interno de la tubería	<b>D</b>	<b>38.00</b>	mm	<b>38.00</b>	mm	<b>38.00</b>	mm
Espesor de la tubería	<b>e</b>	<b>1.85</b>	mm	<b>2.84</b>	mm	<b>3.68</b>	mm
Diámetro externo / Espesor	<b>SDR</b>	26		17		HG	
Presión que resiste	<b>Pr</b>	160	psi	250	psi	1000	psi
Presión que resiste	<b>Pr</b>	108.87	mca	170.11	mca	680.46	mca
Golpe de Ariete	<b>GA</b>	-8.75	mca	-12.00	mca	-40.36	mca
Presión de seguridad $P_s = P_r - GA$	<b>Ps</b>	<b>100.12</b>	mca	<b>158.12</b>	mca	640.10	mca
PI-92 a PI-11, Presión en PI-11 (nivel pozo)	<b>mca</b>					210	HG
PI-135 a PI-92, Presión en PI-92	<b>mca</b>			147.74	SDR-17		
PI-210 a PI-135, Presión en PI-135	<b>mca</b>	76.92	SDR-26				
		<b>23.20</b>		<b>10.38</b>		<b>430.10</b>	

## **A9. Modelo de Encuesta Socioeconómica Realizada.**

### **ENCUESTA SOCIECONOMICA**

Municipio\_\_\_\_\_ Fecha de encuesta: \_\_/\_\_/\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_

#### **Datos Personales:**

Nombre y Apellido del Jefe de familia: \_\_\_\_\_

Numero de Cedula: \_\_\_\_\_

Zona en la que vive: Seca\_\_\_\_\_ Humedad\_\_\_\_\_ Sabe Leer: SI\_\_\_NO\_\_\_

#### **Datos de Familia:**

1. Cuantas personas conforman su familia.\_\_\_\_ Cuántas familias habitan su casa\_\_

2. Cuantas personas depende de usted\_\_\_\_\_

3. Sexo de los que habitan: Masculinos\_\_\_\_\_ Femeninos\_\_\_\_\_

#### **Servicios Básicos:**

4. El agua que consume es? Potable\_\_ Pozo\_\_ Reservorio\_\_ Rio\_\_ Lluvia\_\_

#### **Saneamiento:**

5. Sistema de eliminación de excretas utilizadas: Inodoro\_\_\_\_\_ Letrina\_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_ Aire libre\_\_\_\_\_

6. Si es Letrina que tipo es: Abonera\_\_\_\_\_ Tanque Séptico\_\_ Fosa Tradicional\_\_

#### **Terreno:**

7. Tiene terreno Propio: SI\_\_\_ NO\_\_\_

8. Tiene documentos legales del terreno SI\_\_\_ NO\_\_\_

9. En manzanas, cuantas manzanas tienen\_\_\_\_\_

10. En manzanas, cuantas tierras dedica a: Granos Básicos\_\_\_\_\_

Frutales\_\_\_\_\_ Hortalizas\_\_\_\_\_ Pastoreo\_\_\_\_\_

**Vivienda:**

11. De quien es la casa en la que usted habita? Propia\_\_\_\_\_ Alquilada\_\_\_\_\_

Pariente\_\_\_\_\_ Otra \_\_\_\_\_

12. Tiene documentos legales de la casa SI\_\_\_ NO\_\_\_

13. De qué tipo de materia está construida su casa: Las Paredes\_\_\_\_\_ El

techo\_\_\_\_\_ Zinc\_\_\_\_\_ El Piso\_\_\_\_\_ Los cuartos\_\_\_\_\_

**(Observación visual)**

14. Como es la Estructura de la casa: Completa\_\_\_\_\_ Minifalda\_\_\_\_\_

**Otros Activos:**

15. Usted es propietario de: Motocicleta \_\_\_\_\_ Motor de Riego\_\_\_\_\_

Molino Eléctrico \_\_\_\_\_ Bomba de Mochila \_\_\_\_\_ Silometalico \_\_\_\_\_

Otros\_\_\_\_\_

16. Usted es propietario de Ganado: SI\_\_\_ NO\_\_\_

17. Cuantos Animales posee?: Vacuno\_\_\_ Equino \_\_\_\_\_ Porcino\_\_\_ Aves\_\_\_

**Actividades Económicas:**

18.Cuál es la principal actividad económica: Agricultor\_\_\_\_\_ Comerciante\_\_\_\_\_

Profesor \_\_\_\_\_ Pulpero \_\_\_\_\_ Ama de Casa \_\_\_\_\_ Otro\_\_\_\_\_

19. Si es Agricultor, que actividad es el de mayor ingreso: Granos Básico\_\_\_\_\_

Hortalizas \_\_\_ Guineo \_\_\_ Frutales\_\_ Granja\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

Mencione\_\_\_\_\_

20. Ingresos Económicos mensuales: Ganas más de 500\_\_\_\_\_ Gana entre

500 a 1000\_\_\_\_\_ Gana entre 1000 a 3500\_\_\_\_\_ más de 35000\_\_\_\_\_

**A10. Listado de Viviendas a Beneficiar con el Proyecto.**

Nombre	Cedula	Personas	Dependen
Auxiliadora Herrera López	241-050671-0008P	5	5
Juan Altamirano Centeno	241-240645-0001P	6	5
Enrique Altamirano García		5	4
Arnulfo Altamirano García		4	3
Henry Cecilio Chavarría Sequeira	241-090583-0003V	3	2
Andrés Gutiérrez Herrera		5	4
Ricardo Gutiérrez		10	7
Rito Gutiérrez Herrera	242-220570-0000J	7	5
José Adán Oseguera		12	8
David Oseguera Centeno		4	3
Santos Federico Centeno Palacios	241-180777-0006P	4	3
Apolonia Palacios Sequeira		3	1
María del Carmen Centeno Palacios	241-210468-0003W	5	4
Marvin Centeno Palacios		4	3
Mercedes Centeno Palacios		4	3
Vicente José Centeno Palacios	241-050475-0000V	6	5
Simeón Torres	241-070456-0000D	5	2
Griselda Días Medina	241-020375-0015Y	6	5
Orlando Centeno Gutiérrez		3	1
Víctor Manuel Torres	241-211195-0004W	2	1
Guadalupe Torres Sequeira		4	1
Andrés Torres Centeno		4	2
Víctor Manuel Centeno	241-220568-0001D	9	6
Jaime Antonio Gómez Rizo	241-201266-0003H	11	8
Adalberto Gómez	241-11046-0005J	5	4
Escuela		1	
Alejandro Rizo Altamirano		6	3
Roque de Jesús Altamirano Rizo	241-160843-0000U	3	1
Juan Bautista Gómez Rizo	241-240672-0009B	6	4
Iglesia Católica		1	
Wester López Gutiérrez	161-010671-0004K	6	5
Melvin López Rizo		2	1
		<b>161</b>	<b>109</b>

## A11. Calidad Ambiental del sitio sin considera el Proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA SIN PROYECTO				
FACTORES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	EVAL.		
		1	2	3
Sismicidad	Actividad sísmica nula			X
Características de la Geomorfología	Terrenos con rangos de 15% hasta 55% de pendiente y relieve inclinado.			X
Tipos de suelos en la zona de estudio	zonas marginales de actividad forestal			X
Vientos	Los vientos predominantes de noreste a suroeste con velocidades mínimas.			X
Temperaturas	Clima caluroso que oscila entre 20 ° C a 32 °C			X
Humedad	Entre 30% y 40%			X
Hidrología/Calidad de las aguas	Abundante potencial de aguas subterráneas y contaminación del pozo como principal fuente de abastecimiento.		X	
Ruido	No presenta problemas			X
Datos de la vegetación	cuenta con praderas y existencia de cierta cantidad de árboles y con vegetación		X	
Datos de la fauna	La mayoría de las especies que se Hospedan en la zona son aves y reptiles.			X
Descripción del Sistema de Asentamientos Humanos	La ubicación de la población es de forma dispersa y concentrada.		X	
Vías de acceso	Carretera de macadán.		X	
Actividades económicas	Producción de granos básicos y agricultura en la zona.		X	
Comunicaciones	Estado regular		X	
Salud	Puesto de Salud alejado			X
Educación	Existe un centro de educación primaria en la comunidad.			X
Estados globales de la calidad ambiental en la comunidad.		0	6	10

## A12. Calidad Ambiental del sitio sin considera el Proyecto.

CALIDAD AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA CON PROYECTO				
FACTORES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN	EVAL.		
		1	2	3
Sismicidad	Actividad sísmica nula			X
Características de la Geomorfología	Terrenos con rangos de 15% hasta 55 % de pendiente y relieve de inclinado.			X
Tipos de suelos en la zona de estudio	zonas marginales de actividad forestal			X
Vientos	Los vientos predominantes de noreste a suroeste con velocidades mínimas.			X
Temperaturas	Clima caluroso que oscila entre 20 ° C a 32 °C			X
Humedad	Entre 30% y 40%			X
Hidrología/Calidad de las aguas	Educación ambiental que contribuya al cuido y protección de la fuente.			X
Ruido	Presentará problemas de ruido leve		X	
Datos de la vegetación	Se tomara plan de manejo tomando en cuenta la reforestación			X
Datos de la fauna	Se tomara planes de manejo tomando en cuenta la fauna		X	
Descripción del Sistema de Asentamientos Humanos	La ubicación de la población es de forma dispersa y concentrada.		X	
Vías de acceso	Carretera de macadán.		X	
Actividades económicas	Generación de empleo tanto en la fase constructiva como de operación.			X
Comunicaciones	Estado regular		X	
Salud	Disminución de enfermedades debido al consumo de agua apropiadas para la comunidad			X
Educación	Mejoramiento del centro de educación con énfasis en la forestación.			X
Estados globales de la calidad ambiental en la comunidad.		0	5	11

**A13. Principales Impactos Ambiental durante la etapa de Construcción y funcionamiento que genera el Proyecto.**

TIPO DE PROYECTO	FASE DE PROYECTO	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	EFFECTO DIRECTO	FACTOR DE IMPACTO	NIVEL DE IMPACTO
CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE.	CONSTRUCCION	PRELIMINARES	Generación de polvo por partículas generadas por el acerrado de madera.	Aire	3
			Generación de ruido durante las construcciones temporales.	Ruido	3
		CONSTRUCCION DE OBRA PARA LINEA DE CONDUCCION ASI COMO DE TANQUE	Generación de polvo durante la excavación.	Aire	3
			Generación de ruido durante las excavaciones ,instalación de tuberías y accesorios	Ruido	3
			Corte de vegetación en el área de construcción	Relieve	3
			Contaminación del suelo y subsuelo por desechos sólidos y líquidos de materiales sobrante.	Suelo	2
		RED DE DISTRIBUCION ASI COMO CONEXIONES DE REDES	Generación de polvo durante la excavación de zanjas.	Aire	3
			Generación de ruido debidos a los trabajadores	Ruido	3
			Corte de vegetación en la línea de tuberías.	Relieve	2
			El suelo sufre riesgo de quedar inestable durante la excavación	Suelo	3
			perturbación en la circulación peatonal y vehicular	sociedad	0
			Posibles accidentes en zanjas abiertas	Riesgo de accidentes	2
		LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	Generación de polvo durante la limpieza	Aire	2
			Generación de ruido durante el transporte de material sobrante	Ruido	2
	FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACION DEL PROYECTO	El funcionamiento adecuado del proyecto impacta positivamente porque contribuye a elevar la calidad de vida de la población	Calidad de vida	0
			El proyecto impacta positivamente en la economía local al contribuir con empleo	Economía	0



# A14. Pla de Mitigación de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto.

IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	EFFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA
PRELIMINARES	Generación de polvo por partículas generadas por el acerrado de madera.	Humedad en el sitio de construcción	Indirecto	Contratista
	Generación de ruido durante las construcciones temporales.	Realizar los trabajos en horas hábiles para evitar el ruido.	Indirecto	Contratista
CONSTRUCCION DE OBRA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	Generación de polvo durante la excavación.	Humedad en el sitio de construcción	Indirecto	Contratista
	Generación de ruido durante las excavaciones, instalación de tuberías y accesorios	Evitar el trabajo nocturno en caso de maquinaria para evitar el ruido.	Indirecto	Contratista
	Corte de vegetación en el área de construcción.	Implementación de un plan de reforestación a la orilla del área de la construcción y zonas verdes en la misma área	Indirecto	Contratista
	Contaminación del suelo y subsuelo por desechos sólidos y líquidos de materiales sobrante.	Transportar los desechos sólidos al basurero municipal para evitar la contaminación de sólidos.	Indirecto	Contratista
SISTEMA DE ANAERÓBICO ASCENDETE	Generación de polvo durante la excavación de zanjas.	Durante las excavaciones de zanja se regara la superficie para evitar dicho polvo.	Indirecto	Contratista
	Generación de ruido debido a los trabajadores.	Realizar los trabajos en horas hábiles para evitar el ruido.	Indirecto	Contratista
	Corte de vegetación en la línea de tuberías.	Evitar los cortes de árboles innecesarios y reforestar la zona con vegetación de árboles propios de la zona.	Indirecto	Contratista
	Posibles accidentes en zanjas abiertas.	Colocar señales de prevención en zanjas y en fuera de horario permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.	Indirecto	Contratista
LIMPIEZA FIANAL Y ENTREGA	Generación de polvo durante la limpieza.	Humedad en el sitio de construcción	Indirecto	Contratista
	Generación de ruido durante el transporte de material sobrante	Reducir los efectos del ruido por las maquinas.	Indirecto	Contratista

### **A15. Limitaciones durante el Diseño.**

Durante el proceso del desarrollo del diseño se presentaron limitaciones tales como:

- a)** El difícil acceso a la zona de estudio por no que no transitan unidades de transporte público a la comunidad.
- b)** La falta de conocimiento de la zona de estudio para su exploración.
- c)** Identificar la ruta más conveniente de exploración en la zona.
- d)** Falta de registros históricos de la población en estudio.
- e)** Falta de registros del Pozo ya Perforado para el diseño del sistema.
- f)** Dispersión de las viviendas en la zona para el levantamiento de la encuestas.
- g)** Dificultad en lo que fue el levantamiento topográfico por el relieve de la zona que es irregular.

#### **A16. Trabajo de Gabinete.**

Para el Diseño del sistema de agua potable, se realizaron una serie de actividades:

- a)** De la información obtenida del levantamiento topográfico se elaboraron planos topográficos según normas de INAA.
- b)** Con la información recopilada de la Encuesta Socioeconómica, resultados del estudio topográfico, se estableció la opción de diseñar un sistema del tipo Fuente - Tanque –Red de Distribución-Conexiones Domiciliare
- c)** Se realizaron cálculos de la tasa de crecimiento poblacional y proyección de población.
- d)** Se procedió a la distribución de caudal en cada una de las redes para su posterior análisis hidráulico.
- e)** Seleccionar la mejor alternativa técnica para el Sistema.
- f)** Diseño de los diferentes componentes del sistema: (Estación de Bombeo, Línea de conducción, Tanque de almacenamiento y Red de distribución).
- g)** Elaboración de planos constructivos del Tanque de Almacenamiento.
- h)** Elaboración de memoria de cálculo hidráulico.
- i)** Elaboración de Análisis del Sistema de distribución por el Programa EPANET.
- j)** Elaboración de especificaciones técnica.
- k)** Preparación de la valoración del Impacto Ambiental del Proyecto.
- l)** Preparar presupuesto de costo de cada uno de los componentes del proyecto.
- m)** Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones.
- n)** Estructurar Documento final de Memoria Técnica

## **A17. Abreviaturas**

**CMD:** Consumo Máximo Día

**CMH:** Consumo Máximo Hora Cm: Centímetros

**CAPRE:** Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana

**CAPS:** Comités de Agua Potable y Saneamiento

**CPD:** Consumo Promedio Diario

**CPDT:** Consumo Promedio Diario Total

**CTD:** Carga Total Dinámica

**ENACAL:** Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

**FISE:** Fondo de Inversión Social de Emergencia

**Gl:** Galones

**Gpm:** Galones por minuto

**Gppd:** Galones por persona por día

**H.F:** Hierro Fundido

**Hf:** Pérdidas por fricción

**HP:** Horse Power

**H.G:** Hierro Galvanizado

**INAA:** Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

**INETER:** Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

**NTON 09001-99:** Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

**Km:** Kilómetro

**Lts:** Litros

**Lppd:** Litros por persona por día

**Lps:** Litros por segundo

**m:** Metros

**m.c.a:** Metros columna de agua

**m<sup>2</sup>:** Metros cuadrados

**m<sup>3</sup>:** Metros cúbicos

**M/seg:** Metros por segundos

**mm:** Milímetros

**MABE:** Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico

**MAG:** Mini Acueductos por Gravedad.

**MINSA:** Ministerio de Salud

**PVC:** Cloruro de polivinilo

**Plg:** Pulgadas

## **A.18. Especificaciones Técnicas**

### **Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos.**

#### **Equipo de Bombeo**

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal (Gpm).

CTD (Lt/S).

Potencia del Motor (hp).

Los tazonos deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba. Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba.

#### **Columna**

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 2" debe ser PVC y de hierro galvanizado. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

#### **Cable de alimentación**

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.

#### **Limpieza y desbrozo**

Este inciso cubre todo lo relacionado con la limpieza inicial, remoción, desalojo y disposición de los materiales producto de estas actividades, para las cuales se deberá suministrar los equipos necesarios y la mano de obra requerida para el fin. Este rubro no incluye la remoción de la capa vegetal, ya que esta se extraerá de una sola vez junto con la excavación.

Este trabajo comprende la eliminación de arbustos, matorrales, hojarasca, etc., con el fin de facilitar los trabajos a realizar, especialmente para el replanteo y la nivelación y la circulación del personal que trabaja en las obras.

Se deberá efectuar de una sola vez los trabajos de limpieza y desbrozo en toda el área de ejecución de las obras, antes de proceder con el movimiento de tierras.

Los equipos y procedimientos a utilizar para estas labores serán aprobados por el Ingeniero, por lo que se deberá presentar con anticipación el programa de trabajo con la descripción de la metodología y equipos a emplear.

### **Disposición de los materiales.**

Los materiales provenientes de los trabajos de las obras preliminares, serán dispuestos en un sitio aprobado por el ingeniero, se deberá pedir autorización a las entidades correspondientes y presentar al ingeniero dicha autorización.

Se permitirá la quema de estos desechos, una vez que están depositados en el basurero (autorizado por las entidades correspondientes), sin embargo, se deberá realizar esta operación tomando todas las medidas de seguridad y control para este tipo de actividad. La persona encargada de la obra será el único responsable por daños y perjuicios que se pudiera causar a terceros y deberá responder ante las demandas de los perjudicados.

### **Obras comprendidas:**

Todo lo mencionado en esta sección, será aplicable a los siguientes rubros:

- ✓ Predios
- ✓ Línea de conducción
- ✓ Red de distribución
- ✓ Tomas domiciliarias.

## **Características de los Materiales y Usos Según Normas**

### **Cemento**

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo 1, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el Ingeniero Residente.

El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de diez (10) sacos.

### **Agua**

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, y estar libre de grasa y aceite de materia orgánica, sales, ácido, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedad física del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero.

### **Agregados**

Entiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materiales extraños.

Deben cumplir con todas las especificaciones de la ASTM para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta



de los elementos, o de  $\frac{3}{4}$  (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo según recomendaciones de la norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc.

La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones ASTM-C-33-59, y permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como la resistencia requerida.

### **Mezclado del concreto**

La mezcla se deberá hacer a mano o en una mezcladora mecánica con no menos de 1  $\frac{1}{2}$  minutos de revolución continua, una vez que todos los ingredientes hayan sido introducidos dentro de la mezcladora.

No se permitirá el uso de concreto que tenga más de 45 minutos de haberse mezclado a menos que se haya utilizado aditivos especiales, autorizados por el ingeniero.

Se permitirá el uso de concreto premezclado siempre y cuando reúna las condiciones indicadas en estas especificaciones y este de acuerdo con la especificación ASTM-C-99.

El Ingeniero podrá autorizar la mezcla del concreto a mano, debiendo hacerse entonces a una superficie impermeable (Bateas, etc.), primero logrando una mezcla de aspecto uniforme agregando después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con piedra e impurezas. No se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo.

## **Transporte y colocación del concreto**

Antes de proceder a la colocación del concreto, el ingeniero deberá aprobar los encofrados y moldes, el refuerzo de acero, la disposición y recubrimiento de las varillas y todos los detalles relacionados.

Para tal efecto se deberá notificar al Ingeniero con dos (2) días de anticipación la fecha y hora aproximada en que se propone iniciar el colado del concreto y el tiempo aproximado que durará dicha operación. En todo caso, no se procederá a la colocación del concreto sin la autorización expresa del Ingeniero y sin la presencia de éstos.

Antes del colado del concreto, todos los encofrados o moldes deberán limpiarse, eliminando de ellos toda basura o materia extraña, también los encofrados deben humedecerse antes del vaciado para evitar que absorban agua de la mezcla del concreto.

El colado debe efectuarse a tal velocidad que el colado conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas. Una vez iniciado el colado este deberá efectuarse en forma continua hasta que termine el colado del tablero o sección.

Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo.

El colado de concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de 3 (tres) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

## **Encofrado**

Las formaletas con sus soportes tendrán la resistencia y rigidez necesaria para soportar el concreto sin movimiento locales superiores a la milésima de luz. Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la obra ya ejecutada superior al tercio ( $1/3$ ) de los esfuerzos de diseño.

Las juntas de las formaletas, no dejarán rendijas de más de 3 (tres) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por efecto de la humedad durante el colado se comprima y deformen los tablonos, en el caso de usar madera.

Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto, para evitar descascaramiento de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

## **Desencofrado**

Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre una parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar algún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura, junto con el sistema restante de cimbra y de puntales tenga suficientes resistencia como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas soportadas sobre ella.

El desencofrado deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de la estructura.

El concreto que se descimbre debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores.

Durante la actividad de descimbrar se cuidará de no dar golpes ni hacer esfuerzo que puedan perjudicar al concreto.

El tiempo mínimo para retirar la formaleta es de:

- ✓ 21 días para losa y vigas aéreas
- ✓ 7 días para las paredes de concreto armados
- ✓ 2 días en los costados de columna de paredes y de vigas.

En ningún momento se permitirá cargar la estructura con almacenamiento de materiales, equipos o cualquier otro equipo de sobrecarga extraordinaria durante el tiempo que dure el concreto en alcanzar su resistencia de diseño.

### **Curado del Concreto**

Después de la colocación del concreto debe protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie, sobre todo el sol y de la lluvia. El curado se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a juicio del Ingeniero.

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros 7 (siete) días. Se evitará todas las causas externas como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamientos en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

Se deberá acatar todas las indicaciones que le haga el Ingeniero al respecto.

Todos los repellos y acabados de paredes deben curarse en igual forma.

### **Reparación de Defectos en el Concreto**

Todos los defectos en el concreto, segregaciones superficiales (ratoneras) deben repararse picando bien la sección defectuosa, eliminando todo el material suelto.

Las zonas o secciones defectuosas deben rellenarse con concreto o mortero en base de epóxico, siguiendo las instrucciones del Ingeniero.

## **Excavación para Tuberías.**

### **Requisitos Generales**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1.20 metros sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada por el Supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del Supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el Supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá ésta a una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta la subrasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

### **Calidad del trabajo en la Excavación.**

No se permitirán zanjas abiertas por periodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería y las zanjas deberán ser rellenas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por el Ingeniero.

Los materiales de cualquier tipo de excavación deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, y además brinden el espacio suficiente de maniobra para los equipos de construcción.

En la excavación de tuberías, se reservará una orilla despejada de 50cm de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la misma.

Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del sitio de la obra de una manera aprobada por el ingeniero.

Se eliminará toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación de los tubos y aquellas obras de concreto donde no se especifica el contacto con el agua, de lo contrario, en ningún caso se permitirán que el agua escurra sobre una fundación o por la tubería sin el permiso del ingeniero.

El agua encontrada será eliminada de una manera satisfactoria para el ingeniero.

Se deberá proteger los árboles y otras plantas que estén ubicadas en la propiedad que se esté trabajando, paredes divisorias (cercos de piedra) postes, alambres, aceras, bordillos, bancos de nivel y otras características de la superficie ubicada dentro del derecho de vía o propiedades colindantes, mientras se lleva a cabo el trabajo y deberán repararse los daños que resulten de este. Las excavaciones no deben rebasar los soportes normales de 45% debajo de cualquier fundación existente.

### **Tipos de excavación**

Los tipos de excavación de zanjas, obras de concreto, etc., se clasifican según su profundidad y grado de dureza, del tipo de material que se está excavando.

## **Excavación Adicional**

Se considerará excavación adicional a toda aquella cuya profundidad sea mayor de 1.20 metros.

### **Por la Dureza del Material – Excavación Común**

Se considerará excavación común, siempre que la actividad sea realizada manualmente y el grado de compactación o dureza del material, permita el uso de herramientas comunes para excavar tierras de penetración normal. Las arenas y cenizas no consolidadas, tierras vegetales, limos y arcillas o combinaciones entre ellas serán considerados como tierra normal, ante el hecho de que estas sean posibles excavarlas con pico y pala, sin requerir obligatoriamente el uso de barra.

### **Por la dureza del material – Excavación Especial**

Se considera excavación especial cuando el material encontrado tenga un grado de compacidad y dureza mayor que el definido para excavación normal. En orden descendente por dificultad de penetración serían:

### **Excavación en Cascajo**

Se considerará excavación en cascajo, toda aquella realizada en material de consistencia pedregosa y con dificultad de penetración. Este material es de comportamiento arcilloso y/o compacto y de difícil penetración con pico y requiere el uso adicional de barra para su excavación. Este material combinado con tierra normal podría ser usado como material de relleno de capas de terracería antes de la subrasante, siempre que sea debidamente aprobado por el ingeniero.

## **Tipos de Relleno**

### **Por su Profundidad – Relleno Normal**

Se llamará relleno normal a todo aquel cuyo rango de profundidad de aplicación sea de 0.00 a 1.20 metros.

### **Por su Profundidad – Relleno Adicional**

Se llamará relleno adicional a todo aquel cuyo rango de profundidad de aplicación comprenda desde los 1.20 metros hasta los niveles de desplante establecidos en los planos.

### **Por el tipo de Material – Relleno Común**

Llamaremos relleno común a todo aquel donde se utilice el mismo material extraído de la propia excavación, o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales orgánicos degradables y que sea aprobado por el ingeniero. El relleno deberá tener alrededor del 2% de agua natural, con relación al peso seco de material original.

### **Por el tipo de Material – Relleno Especial**

Llamaremos relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto, o bien, otro tipo de material que no sea el extraído de la propia excavación.

### **Relleno al Interrumpir el Trabajo**

Si se discontinúa el trabajo por completo, o ya sea que cualquier excavación quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte de la persona encargada de ejecutar la obra, este deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas.

### **Requerimiento Para Compactación de Zanjas**

Durante la compactación de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- ✓ Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua), ni excesivamente saturada (exceso de agua), será compactada adecuadamente.



- ✓ La capa de relleno, (material especial escogido de la excavación) hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras manuales de madera o metálicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.
- ✓ Las capas de relleno, después de los 30 centímetros de la corona del tubo hasta el nivel de rasante de la calle, con un contenido de humedad óptimo y homogéneo, serán compactadas con un equipo motorizado y vibratorio, de tal manera, que sometidas a pruebas de compactación, se obtenga al menos un porcentaje de compactación del 95% del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio.

## **Instalación de tuberías**

### **Requisitos Generales**

La rasante de los tubos será terminada cuidadosamente, por lo que deberá ser terminada a mano y se formará en ella una especie de “Media Caña” a fin de que una cuarta parte de la circunferencia del tubo y en toda su longitud quede en

Contacto con terreno firme y además, se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas de los tubos.

Para los tubos de PVC y H° G°, solo se deberá garantizar una superficie plana, libre de protuberancias.

Previo a la instalación de la tubería, se deberá verificar que los trabajos realizados en el fondo y paredes de la excavación y dimensiones de la misma, sean adecuados. En caso contrario procederá a efectuar los ajustes correspondientes.

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja, y si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la obra.

Los tubos deberán limpiarse adecuadamente antes y justo antes de la instalación para evitar filtraciones posteriores por suciedad en las actividades destinadas a éstos.

Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos en una forma segura y satisfactoria. Se deberá evitar el uso de métodos bruscos en el manejo de los tubos, tal como dejarlos caer, y en lo posible, se deberán descargar a mano.

### **Suministro e Instalación de Tuberías de PVC.**

Esta sección comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para instalar tuberías de PVC de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes.

### **Materiales.**

La persona encargada de ejecutar la obra proveerá todos los materiales y asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de prevenir daños a éstos, todo esto con el fin de efectuar los trabajos estipulados bajo este contrato.

### **Calidad de Tubos.**

Todos los tubos PVC deberán cumplir con la norma ASTM-D-2241-69. Estos tubos deberán tener un extremo espiga y otro campana, en el extremo campana es donde irá el empaque de goma, para el acople de los mismos. Las cédulas a utilizar están indicadas en los planos.

## **Cortes y Rectificación de Tubería.**

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dicha situación se puede presentar cuando:

- ✓ Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.
- ✓ Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a válvulas etc.

## **Uniones flexibles o juntas rápidas para tuberías PVC**

El tubo PVC con Uniones Flexibles, presenta un extremo ligeramente acampanado, en cuyo interior existe una ranura que se abulta exteriormente en forma de anillo, y que sirva para alojar el empaque de hule circular que se usa en este tipo de juntas. El otro extremo del tubo es liso y se le llama extremo espiga.

Para el montaje de este tipo de uniones se deberán seguir los siguientes pasos:

- ✓ Se limpiará cuidadosamente el interior de la campana del tubo y principalmente, la ranura donde se alojará el empaque de hule. A continuación el anillo de hule, completamente limpio, se coloca y ajusta debidamente en la ranura de la campana del tubo.
- ✓ Es de suma importancia alinear correctamente los tubos que se van a unir, para evitar que el extremo espiga sea instalado formando un ángulo con la línea de la tubería.

- ✓ Antes de efectuar la unión se deberá verificar si el extremo espiga no posee rebabas de material u otro tipo de defectos, de ser así, se deberá limpiar y lijar el bisel del tubo, hasta corregir el defecto, de no poderse, se tendrá que cambiar el tubo por uno en buen estado.
- ✓ Conforme las indicaciones del fabricante, se deberá lubricar perfectamente la mitad de la longitud a insertar del extremo del tubo.
- ✓ Teniendo alineados los tubos, se procederá a empujar el extremo espiga dentro de la campana del otro tubo, hasta su arca de penetración, pudiéndose auxiliar de una barra, colocada con tacos de madera, en el otro extremo del tubo que se está introduciendo.
- ✓ Este empuje no implica la aplicación de una fuerza excesiva para lograr la penetración del tubo. Si la tubería presenta dificultades en su inserción, se recomienda sacar el extremo espiga, quitar el anillo de hule y repetir los pasos anteriores hasta lograr una unión correcta.
- ✓ En tales casos es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

### **Instalación de Tuberías de H°. G°.**

Esta sección comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para instalar tuberías de Hierro Galvanizado de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes.

### **Materiales**

La persona encargada de ejecutar la obra proveerá todos los materiales y asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de

prevenir daños a éstos, todo esto con el fin de efectuar los trabajos estipulados bajo este contrato.

### **Calidad de los Tubos**

Las tuberías de hierro galvanizado serán de tipo peso Standard y deberán ajustarse a las especificaciones siguientes:

- a) Especificación ASTM A 72-45 con galvanización de acuerdo con ASTM A90-39.
- b) La tubería de hierro galvanizado deberá ser suministrada en longitudes de 6.00 mts, provista de rosca Standard en cada extremo. Un acoplamiento deberá ser suministrado con cada longitud Standard. El acoplamiento consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca Santander para roscarse al extremo del tubo.

### **Instalaciones de Tuberías y Accesorios**

#### **Requisitos Generales**

Las válvulas y accesorios serán inspeccionados para comprobar su estado físico, la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de válvulas, daños por el manejo y grietas.

#### **Suministro e Instalación**

Esta sección comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para instalar válvulas y accesorios, de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes.

#### **Materiales**

La persona encargada de ejecutar la obra proveerá todos los materiales y asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de

prevenir daños a éstos, todo esto con el fin de efectuar los trabajos estipulados bajo este contrato.

### **Instalación de Conexiones Domiciliares (Tomas de Patio).**

#### **Trabajo Comprendido.**

Comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, transporte y mano de obra necesaria para instalar la toma de patio. La persona encargada de ejecutar la obra deberá realizar por su propia cuenta las excavaciones, relleno, compactación, remoción de agua, instalación de la conexión, restauración de la superficie a su estado original y todo lo necesario para dejar un trabajo completamente terminado a satisfacción de la Alcaldía Municipal de Jinotega y la ONG Asociación de Voluntarios para el Desarrollo Comunitario (AVODEC)

#### **Materiales**

La tubería y accesorios a utilizarse para la instalación de las tomas de Patio serán de PVC de ½" de diámetro, SDR-13.5, debiendo ajustarse a las normas generales para tubería y accesorios de PVC, mencionadas en el capítulo correspondiente a ello.

#### **Actividades Constructivas**

##### **Ubicación de Conexiones domiciliarias (Tomas de Patio)**

El ingeniero señalará a la persona encargada de la obra la ubicación de cada uno de las tomas de patio a construir.

##### **Excavación**

El trazado de los Tomas de Patio a 90° (perpendicular) respecto a la tubería principal a la cual se va a acoplar. El ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros, pudiendo ser menor, siempre y cuando permita el trabajo cómodamente.

##### **Acoples**

Para mayor efectividad en el proyecto, el acople deberá ir instalado paralelamente a la construcción de la red de abastecimiento de agua potable. Esto consistirá en colocar una abrazadera o Tee de PVC y un reductor que se insertará en la tubería matriz del sistema de distribución.

## **Almacenamiento y Manejo de Accesorios y Tuberías**

La persona encargada de ejecutar la obra deberá conseguir todos los materiales a utilizar, comprobando que estén en óptimas condiciones.

Es responsabilidad del, el manejo y traslado de todos los materiales al sitio del proyecto, Su almacenamiento e instalación hasta la aceptación de las obras a satisfacción del Ingeniero.

Como accesorios para unión de las tomas de patio con la tubería matriz principal de 1 ½ "de diámetro se usarán tee PVC con reducción a ½ pulgada, en diferentes ramales que se muestran en el plano se utilizará diámetros de tubería de 2", 1-1/2", 1", ¾" y ½ pulgada.

Los accesorios de hierro galvanizado serán de tipo peso Standard y deberán ajustarse a la especificación ASTM A 72-45 con galvanización de acuerdo con ASTM A 90-39.

Las válvulas de chorro serán iguales o similares a la mostrada en el catálogo NIBCO 5-100-D, de Indiana USA y tendrán rosca macho en ambos extremos.

Para garantizar el sello en las uniones de juntas roscadas se recomienda el empleo de envoltura de teflón. No se permitirá el empleo de permatex o similares en uniones roscadas de PVC con hierro galvanizado.

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la norma D-2564, la cual rige las especificaciones para el cemento solvente. Esta es una solución de PVC clase 12454-B.

### **Caseta de Controles Eléctricos y Cloración.**

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado en las paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

### **Materiales**

- Zinc calibre 26.
- Bloque.
- Cemento.
- Varilla corrugadas.
- Otros.

El Cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland Tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo

### **Construcción de Tanque de Concreto Ciclópeo Sobre el Suelo.**

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al Contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.



### **a) Concreto Reforzado.**

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3000 libras por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las Normas 613-54 del ACI. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del Ingeniero.

### **b) Concreto ciclópeo.**

Se empleará concreto ciclópeo que consistirá de un 70% de concreto Clase "C" (140 Kg/cm<sup>2</sup>) y un 30% de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla.

Se usará piedra que sea manejable por un hombre y deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos 30 cm de concreto, y ninguna podrá quedar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni menos de 20 cm de un coronamiento (Nic 80 / Sección 602.11.11).

Concreto clase "C", este concreto tendrá una resistencia característica mínima a la compresión de 140 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; proporción 1:3:4.

Las piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o material fácilmente disgregable.

La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no haya espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.

### **c) Materiales**

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será Cemento Portland Tipo I, sujeto a las especificaciones ASTM C-150-69. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones ASSHTO-R92-93 y ASTM –C-33-92. En caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones ASTM-C-33-6IT.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto ( $1/5$ ) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuarto ( $3/4$ ) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la Norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la Sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el Ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite de fluencia de 40,000 lbs. Por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

#### **d) Almacenamiento de Materiales**

El Cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El Cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

#### **e) Colocación del Acero de Refuerzo**

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del Ingeniero.

#### **f) Dosificación y Mezcla**

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobadas por el Ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el Ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por PALESA. Informe s certificados de las pruebas deberá ser presentado al Ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del Ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el Contratista y aprobado por el Ingeniero.

#### **g) Colocación del Concreto**

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las Normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

#### **h) Curado del Concreto**

El Contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

#### **g) Excavación**

El Contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El Contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagara el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el Contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el Contratista notificará inmediatamente al Ingeniero. El Contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de

material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El Contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontraran filtraciones y ojos de agua en la excavación, el Ingeniero deberá ser notificado, y el Contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del Contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el Contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el Ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

#### **h) Limpieza**

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del Contratista. Asimismo todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

#### **Partes a ser Construidas de Concreto.**

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

#### **a) Curado del Concreto**

El Contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

#### **b) Remoción de Formaletas y Obras Falsas**

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del Ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

#### **c) Acabado de Superficies Expuestas**

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el Ingeniero sin costo adicional para el Dueño.

#### **d) Trabajos Defectuosos**

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formaleteado cuyos defectos a criterio del Ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que ello represente costo adicional por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

**e) Acabado Interno de Paredes**

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el Artículo de "Pintura".

**f) Escalera Interior**

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de espaciamiento entre peldaños de 0.40 metros.

**g) Boca de Inspección**

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

**h) Respiradero**

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

**i) Tubería de Entrada, Salida y Limpieza**

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.



**j) Rebosadero**

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

**k) Pintura**

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN WILLIAMS, C&M o según especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable.

# **Planos Constructivos**

